

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE BELAS-ARTES



O IMPACTO DAS NOVAS TECNOLOGIAS NO DESIGN DE PRODUTO

Ferramentas digitais orientadas para o desenho

João Pedro Almeida Amaral

Dissertação

Mestrado em Design de Equipamento

Especialização em Design de Produto

Dissertação orientada pela Professora Doutora Isabel Dâmaso Rodrigues
e pelo Professor André Gouveia

2018

DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Eu João Pedro Almeida Amaral, declaro que a presente dissertação / trabalho de projeto de mestrado intitulada “O impacto das novas tecnologias no Design de Produto: Ferramentas digitais orientadas para o desenho”, é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas na bibliografia ou outras listagens de fontes documentais, tal como todas as citações diretas ou indiretas têm devida indicação ao longo do trabalho segundo as normas académicas.

O Candidato



Lisboa, 16-02-2018

RESUMO

Este trabalho é o resultado do aprofundar acerca dos comportamentos de desenho praticados durante o percurso de projeto de Design de Produto, com principal foco na aplicação das novas tecnologias nesse exercício. A potencialidade das ferramentas digitais orientadas para o desenho, e utilizadas durante as diferentes fases do projeto, levam ao reconhecimento da importância que os sistemas computacionais têm na prática do designer e no método de interação com os restantes intervenientes.

A intenção de apresentar distintas ferramentas digitais que assistem o desenho é justificada com a necessidade de entendimento sobre a evolução desses meios. Além da referência a tecnologias de integração massificada no desenvolvimento de projeto, surgiu a inquietude de apresentar os mais recentes avanços digitais de auxílio ao desenho aplicado ao Design de Produto. O objetivo passa por analisar o caminho percorrido e perceber o futuro dessas ferramentas.

O confronto de características entre os diferentes métodos de desenho, principalmente entre o analógico e os digitais, procura entender a associação entre essas várias tipologias a nível do desenvolvimento das aplicações digitais.

A análise de procedimentos é suportada pelo estudo de hábitos metodológicos referentes a casos concretos, isto através da exposição de três empresas especializadas nesta área. O objetivo de compreender esta série de casos, incluídos no panorama nacional, resulta do interesse em perscrutar as suas práticas de desenho em âmbito de projeto, bem como assimilar um composto de informações relativas à globalidade dos casos.

Uma visão mais detalhada revela as várias particularidades na aplicação das novas tecnologias a favor da concretização do projeto, assim como o propósito da sua inclusão nesse processo. A análise dos hábitos recolhidos em trabalho de campo é confrontada com a opinião de autores de referência, de modo a alcançar uma melhor compreensão acerca de determinadas escolhas relacionadas com a aplicação de meios e métodos na prática projetual em Design de Produto.

Palavras-Chave:

Design de Produto, Desenho, Ferramentas Digitais, Projeto, Novas Tecnologias

ABSTRACT

This work is the result of deepening on the behavior of drawing practiced during the course of Design of Product Design, with main focus on the application of new technologies in this exercise. The potential of the digital tools oriented to the design and use of different phases of the project, leading to the recognition of the importance to the computer systems in the practice of the designer and in the method of interaction with the other actors.

The intention to present different digital tools that assist the design is justified with the need to understand the evolution of these means. In addition to the reference to mass integration technologies in project development, there was a concern to present the latest digital design assistance to Product Design. The goal is to analyze the path traveled and perceive the future of these tools.

The comparison of characteristics between the different methods of drawing, especially between analog and digital, seeks to understand an association between these various typologies in the development of digital applications.

An analysis of procedures and applications for the study of methodological habits referring to concrete cases, through the exposition of specialized industrial companies in this area. The purpose of our case is the results of interest in peer-like design practices in groups of projects, as well as assimilate a composite of information relating to the overallity of cases.

A more detailed overview is revealed as several specifications in the application of the new technologies in favor of the realization of the project, as well as the purpose of its inclusion in the process. An analysis of the habits collected in field work and confrontation with an opinion of reference authors, in order to improve, comprehension, understanding, methods, practices, design, application.

Keywords: Product Design, Design, Digital Tools, Design, New Technologies

À memória da minha avó Iria.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o resultado do esforço de todos aqueles que, de certa forma, contribuíram para a concretização desta etapa. Expresso aqui, a todos os intervenientes, o meu agradecimento.

Em primeiro lugar, deixo o meu agradecimento às empresas que colaboraram com esta dissertação – Embria, Inngage e WeAdd –, em particular àqueles que me proporcionaram momentos de aprendizagem, que partilharam a sua experiência e, principalmente, por terem contribuído com elementos para a realização do Estudo de Casos, nomeadamente, ao André Gouveia, Daniel Caramelo, Sónia Josué e Tiago Fernandes.

Em seguida agradeço à Professora Doutora Isabel Dâmaso e ao Professor André Gouveia pela partilha de conhecimentos e por me terem, respetivamente, orientado e co-orientado durante este projeto.

Deixo ainda um sentimento de gratidão aos que de perto acompanharam este trabalho e me apoiaram durante o percurso.

À minha família e amigos.

ÍNDICE

RESUMO	3
ABSTRACT	4
AGRADECIMENTOS	6
ÍNDICE.....	7
ÍNDICE DE IMAGENS	9
INTRODUÇÃO.....	15
1. CAD.....	18
1.1. Do que trata o CAD?.....	18
1.2. Referências históricas do CAD	20
1.3. Objetivos do desenvolvimento do CAD	35
1.4. CAD em Design de Produto.....	36
2. Desenho/Esquisso Digital.....	39
2.1. Introdução ao tema	39
2.2. Referências históricas dos sistemas de desenho digital	41
2.3. Hardware	43
2.4. Interação com os sistemas de desenho digital	49
3. O Futuro do desenho digital: realidade virtual e realidade aumentada	54
3.1. Introdução ao tema	54
3.2. Realidade virtual e realidade aumentada.....	56
3.3. Principais vantagens e desvantagens.....	58
3.4. Desenvolvimentos na indústria	60
3.5. Aplicações comerciais/independentes.....	65
4. Desenho aplicado ao projeto.....	74

4.1.	Fundamentos dos desenho.....	74
4.2.	Convenções do desenho	80
4.3.	Sketch e CAD.....	83
4.4.	Rendering: analógico e digital	86
5.	Fases de desenho no projeto	87
5.1.	Introdução do desenho em design	87
5.2.	Desenhos de ideação/conceito.....	89
5.3.	Desenhos de apresentação.....	94
5.4.	Desenhos de cotação ou montagem	96
5.5.	Ilustrações Técnicas	98
6.	Estudo de Casos.....	101
6.1.	Estudo de Caso - Embria.....	101
6.2.	Estudo de Caso - WeAdd	105
6.3.	Estudo de Caso - Innage.....	110
6.4.	Análise dos resultados da aplicação do desenho no contexto de projeto das três empresas	113
7.	Conclusões.....	117
8.	Glossário.....	120
9.	Lista de acrónimos.....	122
10.	Bibliografia	123

ÍNDICE DE IMAGENS

Figura 1 – [em linha] [Consultado a 16 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://www- 03.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/system360/impacts/>.....	23
Figura 2 – [em linha] [Consultado a 16 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/pdp11.html>..	23
Figura 3 – [em linha] [Consultado a 16 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://www.simulogics.com/nostalgia.htm>..	23
Figura 4 – [em linha] [Consultado a 19 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://www.computerhistory.org/revolution/computer-graphics-music-and- art/15/217>..	31
Figura 5 – [em linha] [Consultado a 20 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://oldcomputers.net/ibm5150.html>.....	33
Figura 6 - Captura de ecrã do Autodesk SketchBook Pro 2015.....	39
Figura 7 – JOHNSON, Gabe et al. - Computational Support for Sketching in Design: A Review. Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction, p. 5.....	42
Figura 8 – JOHNSON, Gabe et al. - Computational Support for Sketching in Design: A Review. Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction, p. 5-6.....	42
Figura 9 – [em linha] [Consultado a 23 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://oldcomputers.net/gridpad.html>.....	43
Figura 10 – [em linha] [Consultado a 23 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.webdesignerdepot.com/2013/10/a-history-of-the-apple- mouse-in-css/>..	43
Figura 11 – [em linha] [Consultado a 25 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: https://support.anoto.com/hc/en-us/articles/202466356-Live-Pen-2- Documentation->.....	45

Figura 12 – [em linha] [Consultado a 25 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://beatsigner.com/paperPoint.html >.	45
Figura 13 – LIAO, Chunyuan; GUIMBRETIERE, François; HINCKLEY, Ken - Papiercraft: A Gesture-based Command System for Interactive Paper. Uist '05, p. 3.	45
Figuras 14 e 15 – [em linha] [Consultado a 27 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://bamboo.wacom.com/smartpads/ >.....	46
Figura 16 – [em linha] [Consultado a 27 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: www.wacom.com/en-us/products/pen-displays/wacom-cintiq-pro-16 >. .	47
Figura 17 – [em linha] [Consultado a 28 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.apple.com/pt/ipad/ >.	48
Figura 18 – [em linha] [Consultado a 28 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.wacom.com/en-us/products/pen-displays/wacom-cintiq-pro-16 >.....	48
Figura 19 – [em linha] [Consultado a 28 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.microsoft.com/en-us/surface >.	48
Figura 20 – [em linha] [Consultado a 30 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://www.prototypingtool.com/denim-an-informal-tool-for-early >. . . .	50
Figura 21 – Captura de ecrã do Autodesk SkechBook Pro 2015..	50
Figura 22 – JOHNSON, Gabe et al. - Computational Support for Sketching in Design: A Review. Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction, p. 64.....	52
Figura 23 – Adaptado de capturas de ecrã do Autodesk SkechBook Pro 2015.....	52
Figura 24 – [em linha] [Consultado a 31 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://noobist.com/gaming/accessibility-of-vr-the-future-of-virtual-reality/ >.	55
Figura 25 – [em linha] [Consultado a 31 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: http://www.vrdb.com/hardware/sega-vr >.	55

Figura 26 – [em linha] [Consultado a 31 de outubro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.fastcompany.com/3050016/unraveling-the-enigma-of- nintendos-virtual-boy-20-years-later>..	55
Figura 27 – [em linha] [Consultado a 2 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.arcade-history.com/?n=dactyl- nightmare&page=detail&id=12493>	56
Figura 28 – [em linha] [Consultado a 2 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: https://store.playstation.com/en-id/product/HP9000-CUSA05710_00- ASIAPLACEHOLDER0>	56
Figura 29 – [em linha] [Consultado a 4 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-VR-and-AR>..	56
Figura 30 – [em linha] [Consultado a 4 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: https://blogs.windows.com/devices/2015/11/19/microsoft-hololens-and- volvo-cars-explore-the-future-of-car-buying/>	57
Figura 31 – [em linha] [Consultado a 4 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.x.company/glass/>	57
Figura 32 – [em linha] [Consultado a 4 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.macworld.com/article/3229744/consumer-electronics/why- apple-is-probably-working-on-a-heads-up-display.html>	57
Figuras 33 e 34 – [em linha] [Consultado a 9 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.designboom.com/technology/ford-virtual- reality-lab-vehicle-design-01-15-2017/>	61
Figuras 35 e 36 – [em linha] [Consultado a 9 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.designboom.com/technology/ford-virtual- reality-lab-vehicle-design-01-15-2017/>	62
Figura 37 – [em linha] [Consultado a 9 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: https://www.volkswagenag.com/en/group/research/virtual- technologies.html#>	63

- Figura 38** – [em linha] [Consultado a 9 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: <https://www.volkswagenag.com/en/group/research/virtual-technologies.html#>> **64**
- Figura 39** – [em linha] [Consultado a 9 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: <https://www.volkswagenag.com/en/group/research/virtual-technologies.html#>> **64**
- Figura 40** – Tilt Brush: Painting from a new perspective [em linha desde 03/05/2016] [Consultado a 11 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: <https://www.youtube.com/watch?v=TckqNdrdbgk>> **65**
- Figura 41** – [em linha] [Consultado a 11 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: <http://store.steampowered.com/app/571890/ShapeLab/>> . **66**
- Figuras 42 e 43** – Reality Works by Seymourpowell [em linha desde 18/05/2017] [Consultado a 23 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: <https://www.youtube.com/watch?v=j5bAig-8uFs>> **68**
- Figura 44** – [em linha] [Consultado a 24 de novembro 2017] Disponível em WWW<URL: <https://www.rca.ac.uk/research-innovation/innovationrca/innovationrca-start-ups/gravity/>>..... **70**
- Figura 45** – Gravity Sketch VR - Update 1.1 [em linha desde 28/12/2017] [Consultado a 5 de janeiro 2018] Disponível em WWW<URL: <https://www.youtube.com/watch?v=oB-5KynyqNo>>..... **72**
- Figura 46** – Gravity Sketch VR - Update 1.1 [em linha desde 28/12/2017] [Consultado a 5 de janeiro 2018] Disponível em WWW<URL: <https://www.youtube.com/watch?v=oB-5KynyqNo>..... **73**
- Figura 47** – Gravity Sketch VR 1.0 Trailer [em linha desde 02/08/2017] [Consultado a 2 de dezembro 2017] Disponível em WWW<URL: <https://www.youtube.com/watch?v=FdFsRWodTqI>> **73**
- Figura 48** – [em linha] [Consultado a 4 de dezembro 2017] Disponível em WWW<URL: <https://www.mos.org/leonardo/activities/perspective>> **77**
- Figura 49** – PIPES, Alan - **Drawing for Designers**. London : Laurence King Publishing, 2007, p. 36..... **77**

Figura 50 – HENRY, Kevin - Drawing for Product Designers . Portfolio skills: Product Design. London : Laurence King, 2012, p.70	77
Figura 51 – HENRY, Kevin - Drawing for Product Designers . Portfolio skills: Product Design. . London : Laurence King, 2012, p.70	77
Figura 52 – PIPES, Alan - Drawing for Designers . London : Laurence King Publishing, 2007, p. 56.....	78
Figura 53 – PIPES, Alan - Drawing for Designers . London : Laurence King Publishing, 2007, p. 188.....	78
Figura 54 – Captura de ecrã do Rhinoceros 3D 5	79
Figura 55 – Captura de ecrã do Rhinoceros 3D 5	82
Figura 56 – HENRY, Kevin - Drawing for Product Designers . Portfolio skills: Product Design. . London : Laurence King, 2012, p. 109	82
Figura 57 – HENRY, Kevin - Drawing for Product Designers . Portfolio skills: Product Design. . London : Laurence King, 2012, p. 106	83
Figura 58 – HENRY, Kevin - Drawing for Product Designers . Portfolio skills: Product Design. . London : Laurence King, 2012, p. 103	84
Figura 59 – HENRY, Kevin - Drawing for Product Designers . Portfolio skills: Product Design. . London : Laurence King, 2012, p. 103	84
Figura 60 – HENRY, Kevin - Drawing for Product Designers . Portfolio skills: Product Design. . London : Laurence King, 2012, p. 103	85
Figura 61 – HENRY, Kevin - Drawing for Product Designers . Portfolio skills: Product Design. . London : Laurence King, 2012, p. 103	85
Figura 62 – VALCKE, Thomas - Basic Sketching Techniques for the Industrial Designer [Em linha] Disponível em WWW:<URL:http://www.student-resource-jaime-treadwell.com/basic_sketching-for the industrial designer.pdf>.....	91
Figura 63 – VALCKE, Thomas - Basic Sketching Techniques for the Industrial Designer [Em linha] Disponível em WWW:<URL:http://www.student-	

resource-jaime-treadwell.com/basic_sketching-for the industrial designer.pdf>.....	92
Figura 64 – VALCKE, Thomas - Basic Sketching Techniques for the Industrial Designer [Em linha] Disponível em WWW:<URL:http://www.student-resource-jaime-treadwell.com/basic_sketching-for the industrial designer.pdf>.....	92
Figuras 65 e 66 – [em linha] [Consultado a 15 de dezembro 2017] Disponível em WWW<URL: http://www.sketch-a-day.com/>	95
Figura 67 – [em linha] [Consultado a 4 de janeiro 2018] Disponível em WWW<URL: http://bulletblogbyjakee.blogspot.pt/2017/09/official-iphone-x-dimensional-drawing.html>	97
Figura 68 – PIPES, Alan - Drawing for Designers . London : Laurence King Publishing, 2007, p. 179	99
Figura 69 – PIPES, Alan - Drawing for Designers . London : Laurence King Publishing, 2007, p. 190	99
Figura 70 – Cortesia da Embria.....	102
Figura 71 – Cortesia da Embria.....	103
Figura 72 – Cortesia da Embria.....	104
Figura 73 – Cortesia da WeAdd	107
Figura 74 – Cortesia da WeAdd	108

INTRODUÇÃO

Determinado que o foco desta investigação é a aplicação das novas tecnologias ao serviço do desenho no decorrer do projeto em Design de Produto, o objetivo passa por analisar a atividade de profissionais desta área num panorama nacional. A crescente inovação tecnológica ao qual temos vindo a assistir, e a sua inclusão no processo de design, tem modificado os paradigmas desta prática, e isso serviu de motivação para aprofundar as origens e o estado atual deste tipo de ferramentas, bem como o seu aproveitamento nesta matéria.

O reconhecimento do impacto que o desenho tem na geração de soluções, bem como a digitalização do seu formato, foram fatores base para a concretização desta pesquisa. Desse modo, procura-se confrontar os processos apontados por autores como sendo padrão com casos práticos da atividade de design de produto, questionando a sua metodologia e a adaptação a novas tecnologias de apoio ao desenho.

Optou-se por introduzir o Estudo de Casos de modo enriquecer o trabalho, na medida em que se apresentam diferentes realidades que, por via da sua análise, possibilitam o entendimento dos procedimentos que cada entidade aplica no desenvolvimento de produto. Além disso, a seleção dos casos foi, como referido, restrita a entidades localizadas em território nacional, pelo que representam o Design de Produto em Portugal. Assim sendo, só uma análise generalizada é capaz de refletir a existência de qualquer prática comum a nível de desenho, o que permitirá alcançar uma visão representativa do cenário em causa.

Motivada por estes aspetos base, a presente investigação pretende elucidar sobre o impacto da aplicação das novas tecnologias no processo de projeto de Design de Produto, e na qual se incluem uma série de assuntos, tais como:

- Identificar o procedimento metodológico aplicado pelos profissionais em projetos do Design de Produto;
- Identificar quais os métodos e meios de desenho utilizados ao longo das várias fases de desenvolvimento projetual;

- Compreender o propósito da escolha de determinadas ferramentas quando aplicadas a essas fases;
- Compreender as vantagens e desvantagens da utilização do desenho assistidos pelas novas tecnologias no âmbito dos casos alvo de estudo.

A estrutura da dissertação está segmentada de acordo com os diferentes métodos de desenho analisados, e dispostos de forma crescente de acordo com o nível de interatividade dos mesmos, o que coincide com as diferentes etapas do desenvolvimento. Seguidamente, apresenta-se o Estudo de Casos, na qual se observa as práticas de desenho nas empresas e com principal atenção para o uso do desenho assistido por novas tecnologias.

Visto isso, a primeira parte – O Desenho Assistido por Computador – tem como propósito a explanação de assuntos relativos a essa matéria, designadamente, introdução ao tema, referências históricas, objetivos e a sua associação à prática do design. Pretende-se com este capítulo explorar os passos iniciais da digitalização de atividades que se incluem no processo de Design, bem como acompanhar a sua evolução até ao presente. Este capítulo será suportado pelo conhecimento acerca da história do CAD por experiência profissional de David E. Weisberg, tratando-se de um pioneiro nesta matéria e figura presente durante os primeiros desenvolvimentos nesta área.

A segunda parte da dissertação – O Desenho/Esquisso Digital – pretende responder a questões semelhantes às do caso anterior, mas acompanhando o crescente nível de interatividade que este formato suporta. Além de questões de carácter introdutório, propõe-se a análise das particularidades que este método apresenta, tanto a nível de ferramentas computacionais como da interação com todo esse sistema de desenho. O estudo acerca do desenho aplicado ao design conduzido por Gabe Johnson, Mark Gross, Jason Hong e Ellen Yi-Luen Do, no âmbito da Universidade Carnegie Mellon (E.U.A.) servirá de base para a compreensão do Desenho/Esboço Digital.

Concluindo a análise dos métodos de desenho assistidos pelas novas tecnologias surge a inquietude de observar o que está em desenvolvimento presentemente, mas que se pressupõe ser o futuro do desenho em Design. As mais recentes inovações nesta matéria indicam soluções que aproximam as tecnologias anteriores e expandem a capacidade de

interação entre o sujeito e o desenho. Assim sendo, na terceira parte – O Futuro do Desenho em Design – assumem-se a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada como possíveis métodos de desenho a serem implementados no processo de design, justificando a relevância da sua inclusão neste estudo.

Devido à atualidade desta matéria e consequente inexistência de estudos sobre a mesma, a recolha de referências privilegiará as informações disponíveis pelos intervenientes nesses desenvolvimentos em seus domínios ou em entrevistas. No último caso, as fontes serão selecionadas considerando o rigor e relevância da sua atividade para o mundo do Design.

Na quarta parte – Desenho e Projeto de Design – procura-se a aproximação a conteúdos de cariz metodológico relativamente à utilização do desenho durante o desenvolvimento de um produto. E sendo o desenho em formato digital o foco de análise primário neste trabalho, dever-se-á aprofundar sobre as similaridades e diferenças entre este e o desenho analógico. O fundamento destas matérias assenta nas leituras de Alan Pipes, editor da CadCam International, especialista em Design de Produto, Artes e Ilustração; Kevin Henry, professor de Design de Produto na Columbia College Chicago, e com trabalhos premiados pela IDEA e Good Design; e Koos Eissen e Roselien Steur, ambos professores nas áreas do desenho e design.

Pretende-se que, através da compreensão da quarta parte, se concretize a análise sobre os casos práticos e se retirem conclusões que possam refletir o uso do desenho no panorama proposto. Os parâmetros de seleção definidos apontam as empresas de design sediadas em território português como alvo de investigação, sendo que se incluem aquelas que se mostraram disponíveis para a colaboração – Embria, Inngage e WeAdd. Acredita-se que estes três exemplos, pela sua experiência, possam estabelecer uma significativa resposta àquilo que é o propósito desta investigação.

1. CAD

1.1. Do que trata o CAD?

Desenho assistido por computador é a tradução da expressão inglesa Computer Aided Design (CAD), a qual se refere ao aproveitamento das novas tecnologias de informação para a prática de atividades como o design. Para isso acontecer é preciso conjugar um tipo de *software* específico com o *hardware* requerido para o operar, que no caso de um computador portátil pode até nem ser necessário, se bem que é aconselhável a utilização de um dispositivo apontador de modo a melhorar a experiência do designer. Sendo assim, o foco desta ligação vai para o *software*, que é o responsável pelo processamento de dados da qual irá sair o resultado final, tanto imagens como ficheiros para guiar a produção (Bilalis, 2000, p. 2)

O objetivo da introdução deste tipo de programas no desenvolvimento de projeto não é alterar os processos, mas sim fornecer ao designer ferramentas que lhe permitam realizar o seu trabalho mais rápida e facilmente. Visto que a mente do designer ainda não foi ultrapassada pela inteligência artificial, o que muito dificilmente acontecerá, o CAD continua a servi-lo por via das suas capacidades em representar graficamente o produto idealizado (Bilalis, 2000, p. 2)

Desse modo, não é necessário recorrer a protótipos muito cedo, ao mesmo tempo que se conseguem realizar testes virtuais sobre as propriedades do objeto, evitando-se gastos acrescentados. Além do mais, tudo o que for realizado com o auxílio das ferramentas computacionais pode ser guardado e copiado vezes sem conta na sua memória, permitindo que todo o historial de alterações se mantenha acessível caso seja necessário dar um passo atrás ou testar novas alternativas (Bilalis, 2000, p. 2).

O CAD surge através dos desenvolvimentos ocorridos no projeto SAGE¹ do MIT, conduzidos por Ian Sutherland, e a sua aplicação e desenvolvimento deve bastante à

¹ V. MIT - Project SAGE, MIT Lincoln Laboratory, 1950–1963 | The MIT 150 Exhibition [Em linha] [Consult. 10 ago. de 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://museum.mit.edu/150/144>>.

aposta feita pelas empresas dos ramos aeroespacial e automóvel em industrializar os seus métodos (Bilalis, 2000, p. 2).

Os programas inicialmente desenvolvidos neste âmbito baseavam-se no desenho bidimensional, e só na década de 1980 é que foram aplicadas tecnologias tridimensionais, muito devido aos avanços ocorridos em termos de capacidade de processamento por parte das tecnologias de informação, e também à popularidade que esses sistemas começaram a ganhar. Esses primeiros sistemas de modelação operavam por método de *wireframe* (Bilalis, 2000, pp. 2–3).

Tipologicamente falando, os modeladores de superfícies eram apenas utilizados pelas indústrias aeroespacial e automóvel, por causa da necessidade em criar superfícies mais boleadas. Enquanto que os modeladores sólidos, como não possuíam essas capacidades, eram utilizados para fins mais comuns, apesar de serem os únicos que conseguem simular as propriedades dos objetos na integra. Por isso, os mesmos foram definidos como tipologia padrão, e neles foram integrados comandos que antes pertenciam aos modeladores de superfícies (Bilalis, 2000, pp. 2–3).

O resultado desta fusão de tipologias possibilita que o mesmo *software* cumpra os requisitos das mais variadas indústrias, entrando até em áreas que não estejam relacionadas diretamente com a conceção de produtos, como a indústria do vestuário ou do *packaging* (Bilalis, 2000, p. 3).

1.2. Referências históricas do CAD

Para abordar este tema temos de recuar até à época dos primeiros utilizadores do desenho técnico, como método de projetar, e um dos maiores exemplos é o de Leonardo da Vinci, que utilizou esse tipo de desenho, embora num apontamento mais artístico, para construir máquinas de cariz militar bem como mecanismos que inspiraram a criação de máquinas existentes atualmente. Não se tratavam de desenhos com elevado rigor, mas serviam para entender o funcionamento dessas máquinas. Mais tarde foram surgindo outras figuras que contribuíram imenso para a evolução do desenho técnico, o caso de René Descartes² (1596-1650) e Gaspard Monge³ (1746-1818) que desenvolveram trabalhos centrados na Geometria Descritiva. No entanto, a evolução do desenho técnico era lenta e apenas com a revolução industrial é que essa evolução se tornou mais rápida, e já só depois da 1ª Guerra Mundial é que foi aprovado o primeiro método padrão americano, mais concretamente em 1935 (Weisberg, 2008, pp. 1–3).

Na opinião do autor, um dos fatores que influenciou esse rápido desenvolvimento foi o registo de patentes. Mas ainda assim era difícil concretizar esse registo pois era necessário incluir certo tipo de desenhos na documentação a entregar, o que por vezes era difícil pois esses desenhos teriam de ser realizados e copiados à mão. Isso mudou quando, em 1940, Sir John Herschel criou um método específico de desenho técnico, os *blueprints*⁴, que só perto da década de 80 foram introduzidos nos Estados Unidos da América, e dessa forma tornou-se menos dispendioso todo esse processo (Weisberg, 2008, p. 3).

Com o passar do tempo, certas disciplinas foram adaptando o desenho técnico de acordo com as suas necessidades, mas em alguns casos havia a dificuldade de criar desenhos à escala real para os seus produtos por não haver forma de os adaptar ao tamanho requerido.

² V. René Descartes | HISTORY - [Em linha] [Consult. 22 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://seuhistory.com/biografias/rene-descartes>>.

³ V. Gaspard Monge, count de Péluse | French mathematician and public official | Britannica.com - [Em linha] [Consult. 10 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.britannica.com/biography/Gaspard-Monge-comte-de-Peluse>>.

⁴ V. blueprint | Definition of blueprint in English by Oxford Dictionaries - [Em linha] [Consult. 22 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://en.oxforddictionaries.com/definition/blueprint>>.

A indústria aeronáutica sofria muito desse problema devido ao tamanho das peças para os aviões (Weisberg, 2008, p. 4).

Com o passar da 2ª Guerra Mundial surgiram várias propostas com o objetivo de melhorar o desenho técnico e aumentar a produtividade nessa fase do projeto, o que levou a que o tempo necessário para a realização de uma tarefa desse tipo fosse encurtado em grande parte. Ainda assim, a concretização de desenhos técnicos era difícil e sujeita a erros, o que levava a que cada desenho fosse revisto vezes sem conta de forma a garantir a perfeição do mesmo. O processo de design era complicado, mas com a inclusão de computadores no desenvolvimento dessas tarefas tudo se tornou mais rápido e fácil, embora o computador não signifique o desaparecimento de erros, mas a probabilidade do seu aparecimento é muito menor (Weisberg, 2008, pp. 4–5).

O desenvolvimento do computador deve-se aos avanços das áreas militares, que na década de 1940, utilizavam essa tecnologia para calcular informação trajetorial. Na verdade, a palavra “computador” começou por ser atribuída não à máquina em si, mas sim às pessoas que substituiu e que antes realizavam esses cálculos manualmente (Weisberg, 2008, pp. 7–8).

Na década de 1950 várias empresas colocaram computadores à disposição de grandes organizações envolvidas em processos de engenharia, tal como exércitos e indústrias de automóveis, o que levou a que surgissem uma série de programas para solucionar os problemas aí existentes. Esses computadores realizavam uma tarefa de cada vez e os resultados teriam de ser analisados e convertidos para se poderem interpretar visualmente, num processo que poderia demorar várias semanas dependendo da dificuldade do problema (Weisberg, 2008, p. 8).

A meio da década seguinte, as grandes empresas inseridas nas indústrias referidas anteriormente, começaram a sentir a necessidade da implementação de sistemas gráficos computacionais que melhorassem a eficácia com que os desenhistas trabalhavam, confirmando as vantagens que as mesmas iriam acrescentar aos projetos. Consequentemente começaram a desenvolver sistemas no seio da própria empresa, adaptando-os às necessidades existentes. No caso das empresas de automóveis Ford e Renault, esses sistemas tinham como objetivo aprimorar a construção de superfícies mais

difíceis e que requeriam um nível elevado de cálculos, mas outras, tal como a Lockheed Califórnia, utilizavam essa tecnologia para aumentar a produtividade em termos de desenho. No entanto uma particularidade era comum a todos estes exemplos, trata-se do facto de que os computadores utilizados eram todos do mesmo tipo *mainframe*, que são computadores utilizados para o processamento de dados em massa e que receberam esse nome por estarem alojados em estruturas metálicas de grandes proporções, juntamente com terminais de gráficos vetoriais⁵ (Weisberg, 2008, pp. 8–9).

O *hardware* desses aparelhos foi sendo atualizado, e um grande avanço nessa matéria foi o lançamento do IBM System 360 no ano de 1964, da qual fazia parte o terminal gráfico Model 2250. Nos anos seguintes, outras empresas aproveitaram esse avanço e produziram outros terminais, oferecendo preços mais competitivos, mas que eram compatíveis com o sistema da IBM. De todos os desenvolvimentos que decorreram internamente nestas empresas, só os exemplos do CADAM e do CATIA é que mais tarde obtiveram êxito a nível comercial (Weisberg, 2008, p. 9).

A formação das empresas Applicon e Computervision em 1969, seguidas de outras como a Auto-trol Technology, Calma e M&S Computing vieram libertar o desenvolvimento da indústria CAD. Estas empresas, ao contrário daqueles referidos anteriormente, colocaram no mercado sistemas com base em minicomputadores, tais como o Digital Equipment Corporation PDP-11 ou o Data General Nova-1200 que vinham equipados com capacidade de processamento de 16-bit, 8 ou 16KB de memória, 10 ou 20MB de capacidade no disco e de um a quatro terminais. Em grande parte, esses sistemas eram acompanhados de um *tablet* de digitalização, teclados para entrada de comandos, um *tablets* para introdução de coordenadas e uma impressora para grandes dimensões (Weisberg, 2008, p. 9).

⁵ V. Vector Graphics Terminals - [Em linha] [Consult. 23 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.cca.org/vector/>>.



Figura 1 – IBM Sytem/360. 1964.

Figura 2 – Digital Equipment Corporation PDP-11/50, 1975.

Figura 3 – Data General Nova-1200, 1969.

Os sistemas mais comuns eram maioritariamente equipados com *hardware* destinado a suportar apenas um certo número de operações e com funções igualmente limitadas, na verdade essas empresas faziam uso desse tipo de configuração a nível de *software* na tentativa de comercializarem o seu próprio *hardware*. E faziam-no transmitindo a ideia que com estes sistemas os custos de operação seriam diminuídos comparativamente ao trabalho manual, chagando o número de empregados necessários passar para cerca de metade. Essas vantagens eram mais notórias quando o tipo de trabalho era idêntico. No entanto o desempenho desses primeiros sistemas deixava muito a desejar, apesar de serem uma mais valia para o modo de trabalho dessa época, bastava uma pequena alteração no desenho e toda a imagem tinha de ser refeita (Weisberg, 2008, pp. 9–10).

Passado uns anos as empresas que produziam esse tipo de máquinas tiveram dificuldades em acompanhar a evolução para um padrão de negócios em que o *hardware* seguia normas industriais, e só com o aparecimento de conjuntos com *software/hardware* específico para diferentes tarefas é que o desempenho melhorou (Weisberg, 2008, pp. 9–10).

Os primeiros sistemas CAD trabalhavam na sua maioria com duas dimensões, e tinham como principal objetivo a realização em digital de desenhos preliminares. Mas havia a necessidade de produzir superfícies e sólidos nesse mesmo ambiente, e para esse avanço se concretizar foi deveras importante a contribuição das instituições universitárias, que desenvolveram vários estudos em torno da modelação geométrica. Inicialmente os objetos em 3 dimensões eram em formato *wireframe*, nada mais que pontos ligados entre si por linhas, que por sua vez representavam os vértices (Weisberg, 2008, p. 10).

Mais uma vez era fundamental desenvolver outro tipo de sistema de modelação CAD para responder às necessidades das empresas que os utilizavam, que eram principalmente as indústrias automóvel e da aviação. E foram elas que fomentaram essa inovação, em grande parte devido à dificuldade que tinham para trabalhar manualmente as peças dos seus produtos. Tantos os automóveis como os aviões foram alvo de alterações até essa época, mas foi a introdução dos sistemas CAD que permitiu que esses produtos tivessem superfícies mais suaves e aerodinâmicas, além da melhor relação entre custo e desempenho (Weisberg, 2008, p. 10).

Destacam-se ainda os desenvolvimentos realizados por Steven Anson Coons⁶ no MIT⁷ em meados da década de 1960 e de Paul Casteljau uns anos antes, empregado pela construtora de carros francesa Citroen, e que manteve o seu trabalho em segredo até 1974, ambos pelos estudos realizados sobre as definições matemáticas das superfícies (Weisberg, 2008, p. 10).

Também por volta da mesma altura, e no seio de outra construtora automóvel francesa, desta vez a Renault, foi desenvolvido um sistema com as mesmas intenções que as dos exemplos anteriores. Conduzido por Pierre Bézier, este sistema denominado de UNISURF demorou alguns anos a ser implementado, mas por volta de 1972 já permitia a introdução de dados para conduzir as operações das máquinas fresadoras. Mais tarde este sistema foi um elemento importante na criação do *software* CATIA por parte da

⁶ V. Vector Graphics Terminals - [Em linha] [Consult. 22 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.cca.org/vector/>>.

⁷ V. Solid Modeling Association - [Em linha] [Consult. 22 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://solidmodeling.org/awards/bezier-award/paul-de-faget-de-casteljau/>>.

Dassault Systèmes, e ainda hoje algumas aplicações gráficas utilizam a mesma ideologia (Weisberg, 2008, p. 11).

A par destes acontecimentos vários estudos decorreram em várias universidades, principalmente nos Estados Unidos da América, das quais se destacam o MIT, a Universidade de Harvard e a Universidade de Syracuse. Esses estudos envolviam desenvolvimentos na área da modelação geométrica, tanto superfícies como sólidos, e entre os envolvidos estavam matemáticos e programadores referenciados como sendo dos melhores. De todos os nomes destacam-se os de Steven Coons, pela sua técnica para definição de formas cúbicas racionais; Rick Risenfeld⁸, pela sua tese, orientada pelo mesmo Coons, mostrando uma nova interpelação a que se deu o nome de B-splines⁹, e que anos mais tarde aprofundou com uma série de equações matemáticas para melhorar as suas aplicabilidades, numa parceria com o Grupo CAD do Instituto Central de Utah e a Universidade de Oslo; Ken Versprille¹⁰ por ter aprofundado o estudo anterior, dando origem a uma nova terminologia chamada NURBS¹¹ (*Non-Uniform Rational B-Splines*) e que em 1975 passou a incluir os quadros da empresa Computervision; e também Lewis Knapp que em 1979 apresentou na sua tese de doutoramento elementos fulcrais para a evolução das mesmas NURBS (Weisberg, 2008, pp. 11–12).

Como já foi abordado, além das empresas de automóveis, também a Boeing, reconhecida empresa de aeronaves, teve o seu papel na história do CAD em especial por volta dos anos de 1980. A empresa pegou em estudos referidos anteriormente acerca das superfícies e desenvolveu-os. Outro exemplo de que a Boeing estava interessada nas possibilidades que a tecnologia CAD lhes poderia proporcionar reside no facto de serem pioneiros em perceber que os ficheiros CAD deveriam ser compatíveis entre vários programas, e dessa forma quiseram apelar ao uso do tipo de ficheiro IGES (*Initial Graphics Exchange*

⁸ V. RISENFELD, Richard - Applications Of B-Spline Approximation To Geometric Problems Of Computer-Aided Design [Em linha]. [S.l.] : e Graduate School of Syracuse University, 1973 Disponível em WWW:<URL:<https://osu.pb.unizin.org/graphicshistory/wp-content/uploads/sites/45/2017/09/rfr.thesis.pdf>>.

⁹ V. B-spline curves and surfaces - [Em linha] [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://web.mit.edu/hyperbook/Patrikalakis-Maekawa-Cho/node15.html>>.

¹⁰ V. Dr. Ken Versprille - CIMdata - [Em linha] [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.cimdata.com/zh/speaker-bios/versprille>>.

¹¹ Rhinoceros - NURBS - [Em linha] [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.rhino3d.com/nurbs>>.

Specification)¹². E não se ficaram por aí, mais tarde colocaram em discussão a inclusão das NURBS nesse tipo de ficheiro, o que acabou por acontecer, visto que essa tecnologia se tornou numa das principais referências a nível de importância para a modelação geométrica (Weisberg, 2008, p. 12).

Em relação a todos estes estudos realizados com o propósito de resolver necessidades e introduzir técnicas que permitissem modelar superfícies com melhores acabamentos, convém notar que apesar do papel que as empresas tiveram, foram as instituições de ensino e pesquisa que mais contribuíram para toda essa evolução que ocorreu entre as décadas de 1960 e 1980. Isto porque, ao contrário de empresas como a Citroen, o trabalho realizado nos estabelecimentos de ensino era divulgado através de periódicos, tornando essa informação disponível para todos os interessados. O que servia de oportunidade para outros pegarem no que já tinha sido estudado e acrescentar novas ideias. Dessa forma assegurou-se uma evolução contínua da definição, neste caso, das técnicas de criação de superfícies em programas CAD, e ao qual hoje em dia se deve muito do que existe no mercado (Weisberg, 2008, p. 12).

Embora a marca francesa tenha optado pelo segredo, de modo a colocar-se em posição de vantagem relativamente a outros construtores, a verdade é que o trabalho desenvolvido internamente por essas entidades não pode ser desprezado. Isto porque foi nesses ambientes que se colocaram em prática muitas tecnologias, e em que o CAD realmente fez diferença em termos de produção. Uma das técnicas usadas, e que ainda hoje é aplicada por equipas de design automóvel, é a recolha de informação de um modelo real passando-a para formato digital. De uma forma mais concreta, a informação digital necessária para programar o molde das superfícies de um automóvel era retirada de um modelo à escala real produzido em argila (Weisberg, 2008, p. 13).

¹² "(...) the Initial Graphics Exchange Specification (IGES) was one of the first attempts to create a vendor-neutral exchange format for CAD. It arose from a meeting of the Society of Manufacturing Engineers (SME) in late 1979, where industrial CAD customers, frustrated with their inability to transfer CAD data between tools and their internal systems, challenged a group of CAD vendors to develop a common exchange mechanism (Goldstein, Kemmerer and Parks, 1998). Circumstances were such at that meeting that the idea gained traction and a project was funded almost immediately to draw up an exchange specification and file format." BALL, Alex - Preserving Computer-Aided Design (CAD). 2013. p.14.

Já falámos anteriormente da contribuição das universidades para a construção de toda a estrutura de programação CAD, no entanto falta referir a que mais contribuiu na globalidade dos desenvolvimentos em que esteve envolvida – a Universidade de Cambridge na Inglaterra. O seu Grupo CAD foi responsável por inovações que, apesar das atualizações impostas a nível de programação, ainda hoje essas técnicas são utilizadas em *software* de modelação. Com início em 1965, e com o apoio do governo, desde logo se começou a trabalhar num novo *software* de modelação focado na união de componentes. Seguiram-se avanços que resultaram na concretização do BUILD-1, *software* criado por Ian Braid que permitia criar sólidos simples, operações booleanas¹³, esconder linhas de desenho e apresentava imagens em tons de preto e branco (Weisberg, 2008, p. 13).

Ao mesmo tempo que tudo isso acontecia a equipa tinha como hábito trocar conhecimentos com outras organizações. Entre elas estão as já referidas, e conhecidas pelo interesse demonstrado nesta área, universidades de Utah, Syracuse e MIT, e também com Pierre Bézier da construtora Renault (Weisberg, 2008, p. 14).

Entretanto a situação piorou por volta de 1974 e a equipa decidiu criar uma empresa derivada do Grupo CAD que se viria a chamar Shape Data, e passados quatro anos lançam o Romulus, o primeiro núcleo de modelação sólida. Mais tarde a empresa passou a ser propriedade da Evans & Sunderland e os membros voltaram novamente a sair, acabando por mais tarde contribuir para o desenvolvimento do *software* ACIS apresentado pela Spacial Technology. Em simultâneo a Shape Data trabalhava no Parasolid, aplicação mais evoluída, mas que tinha como base o Romulus. Ambas as aplicações foram lançadas em 1988 (Weisberg, 2008, pp. 14–15).

É difícil determinar onde e quando se deram os primeiros passos para a criação do CAD, pois foram várias as organizações e entidades a depositar esforços nesse tipo de tecnologia. Podemos afirmar que foi na década de 1960, mas a localização é incerta. Houveram atividades em localizações distintas, desde os Estados Unidos da América até

¹³ “The operations of combining parts and subtracting one part from another (...)” Boolean Operations on Parts - [Em linha] [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://www.ironcad.com/support/OnlineHelp/3D_Design_Environment/Part_Design_Process/Boolean_Operations_on_Parts.htm>.

à Ásia, passando pela Europa, onde se deu um dos mais importantes encontros desta área. A conferencia PROLAMAT¹⁴ em 1973 reuniu em Budapeste, capital da Hungria, alguns desses propulsores do CAD. Aí aproveitaram para trocar ideias e apresentar as últimas novidades, como foi o caso do já referido BUILD-1 do Grupo CAD da Universidade de Cambridge, e muitos outros progressos realizados em várias universidades. Destaca-se também o programa computacional desenvolvido na Universidade de Hokkaido, no Japão, que se baseava na tecnologia CSG (*Constructive Solid Geometry*)¹⁵ e denominado TIPS-1 (Weisberg, 2008, p. 13).

As décadas de 1960 e 1970 foram essencialmente focadas na conceção das primeiras bases do CAD, enquanto que na década seguinte o desenvolvimento desta indústria teve o seu maior expoente de crescimento. Por esta altura existiam cerca de cinco empresas que dominavam o mercado e outras tantas que tentavam alcançar o mesmo estatuto. De todas essas apenas a Computervision e a IBM produziam os seus próprios computadores, as outras optavam por construir componentes ou sistemas de elevado custo para conseguir vender as suas aplicações. Este mercado era assim determinado pela produção de *hardware* que vendesse o *software* que cada um tinha desenvolvido. Ao contrário de hoje em dia que existem computadores, produzidos para o consumo em massa, que podem processar vários tipos de programação CAD (Weisberg, 2008, p. 16).

A mudança de 16-bit para 32-bit¹⁶ nessa altura permitiu também que os computadores pudessem processar uma maior quantidade de informação e mais rapidamente. E a nova tecnologia de monitores, que permitia visualizar imagens produzidas por pixels¹⁷, veio

¹⁴ "Sponsored by the International federation for Information Processing (IFIP), the PROLAMAT is traditionally held every three years and it includes the whole area of advanced software technology for Design and Manufacturing (...)" Jacucci *et al.* - Globalization of Manufacturing in the Digital Communications Era of the 21st Century: Innovation, Agility, and the Virtual Enterprise. 1998.

¹⁵ "(...)another way of representing solids. A CSG solid is constructed from a few primitives with Boolean operators (i.e., set union, intersection and difference). Thus, a CSG solid can be written as a set equations and can also be considered a design methodology." Constructive Solid Geometry - [Em linha] [Consult. 26 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://pages.mtu.edu/~shene/COURSES/cs3621/NOTES/model/csg.html>>.

¹⁶ "The number of bits in a processor refers to the size of the data types that it handles and the size of its registry." Constructive Solid Geometry - [Em linha] [Consult. 5 nov. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://pages.mtu.edu/~shene/COURSES/cs3621/NOTES/model/csg.html>>.

¹⁷ "A minute area of illumination on a display screen, one of many from which an image is composed. (...) Origin: 1960s: abbreviation of picture element." Constructive Solid Geometry - [Em linha] [Consult.

oferecer maior liberdade na produção de equipamentos por parte das empresas (Weisberg, 2008, p. 16).

Além das dimensões, também os preços dos sistemas eram elevados, isto se tivermos em conta os negócios que podemos realizar hoje em dia. Vejamos, enquanto que agora podemos obter um conjunto de *software/hardware*, vendidos separadamente, por volta de valores na casa dos cinco a dez mil euros, nos anos 1980 o custo de um sistema rondava o equivalente a trezentos mil euros. Isto não falando das diferenças gigantescas em termos de processamento de um computador atual relativamente a um desses sistemas. O modo de operar essas máquinas era também bastante diferente. Existiam departamentos onde estavam instalados os sistemas, ao qual os designers ou engenheiros se deslocavam para que os operadores traduzissem os desenhos para formato digital. Depois os desenhos eram entregues de novo aos remetentes e se houvessem alterações a ser feitas teriam de voltar ao departamento CAD, e assim sucessivamente até que tudo estivesse como desejado. Convém referir que este processo poderia ser demorado (Weisberg, 2008, p. 16).

Entretanto, durante essa altura a comunidade de utilizadores decidiu identificar que tipo de alterações eram necessárias para que os sistemas CAD fossem mais úteis. Segundo alguns estudos, a produtividade poderia ser aumentada caso fossem incrementadas algumas modificações nesses sistemas. De entre as várias inovações requeridas, algumas delas foram sinalizadas como essenciais para o desenvolver da indústria. O fraco desempenho das aplicações, bem como a integração de um gestor de dados nas mesmas, foram apontados como sendo um desses casos que precisavam de intervenção imediata. Outra das necessidades era a falta de terminais que reproduzissem imagens a cores. Tudo isto acompanhado por um decréscimo no valor do *hardware*, que se tornava cada vez mais acessível, enquanto que o *software* via o seu preço aumentar (Weisberg, 2008, pp. 16–17).

Na década de 1980 deram-se dois grandes passos relativamente ao tipo de sistema que se usava para operar em CAD. A primeira deu-se no início da década e trata-se da substituição dos computadores *mainframe*, falados anteriormente, para estações de

trabalho. A segunda ocorreu praticamente durante a mesma altura e foi o lançamento do primeiro computador pessoal. Tipo de máquina que ficou mais conhecido pelo acrónimo da tradução inglesa – PC (*personal computer*)¹⁸ (Weisberg, 2008, pp. 17–18).

No primeiro caso, as estações de trabalho vieram para libertar os computadores de todo o processamento gráfico que existia, e com essa alteração esses computadores *mainframe* começaram a perder o sentido. Como todo o trabalho era feito nas estações, o computador passou apenas servir para gerir dados, e daí nasceram os servidores. Esta alternativa de armazenamento de dados ainda veio possibilitar a partilha dos mesmos em rede (Weisberg, 2008, pp. 17–18).

A primeira empresa a comercializar uma estação de trabalho foi a Apollo Computer. As primeiras máquinas usavam processadores Motorola 68000, apenas uma placa de circuito, alcançavam velocidades de 8MHz e estavam ligados a terminais de orientação vertical. As vantagens em utilizar um sistema destes começavam logo pelo preço, que poderia chegar a ser inferior ao equivalente a cinquenta mil euros, e claro, os desempenhos alcançados eram superiores e menos sujeitas a erros. Ao invés de todos os monitores estarem conectados à mesma máquina de processamento, cada uma das estações operava num ambiente independente, assim, as operações realizadas por cada operador não interferiam umas com as outras (Weisberg, 2008, pp. 17–18).

¹⁸ “A small, general purpose computer that is created to be utilized by one person at a time. The size and capabilities of the computer allow it be operated by an individual for personal purposes and can be a desktop or laptop device.”. What is personal computer (PC)? definition and meaning - BusinessDictionary.com - [Em linha] [Consult. 11 nov. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.businessdictionary.com/definition/personal-computer-PC.html>>.

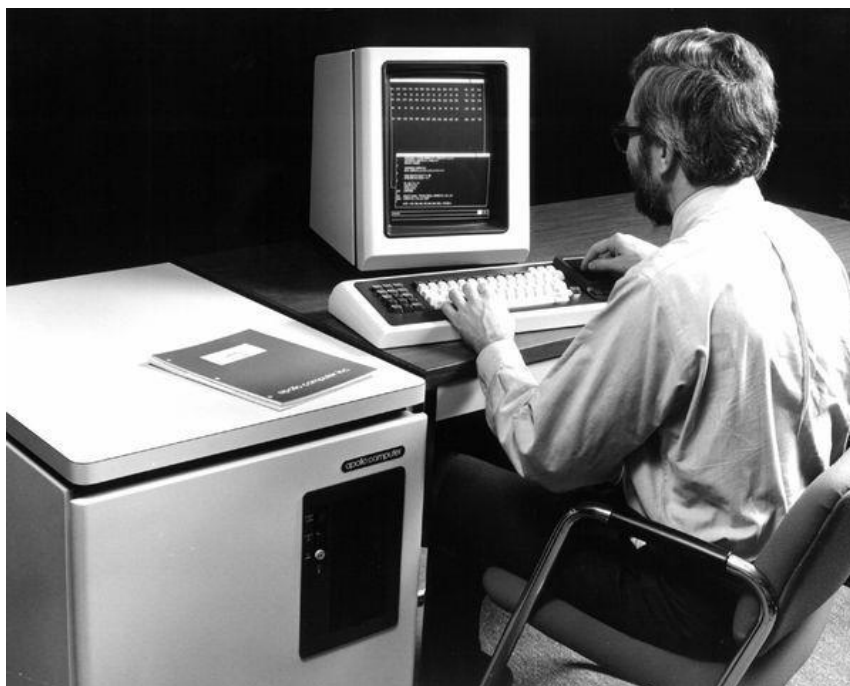


Figura 4 – Apollo DN-100, 1981.

Depois da Apollo, várias outras empresas produziram o mesmo tipo de sistemas, e em pouco tempo eram mais de vinte as empresas a contribuir para a oferta de mercado. Destacam-se nomes como IBM, Hewlett-Packard (HP) e Digital. No entanto, muitas dessas grandes companhias tiveram dificuldade em produzir estes sistemas específicos devido à quantidade de recursos gastos em pessoal e maquinaria, e isso fez com que a maioria delas colapsasse. A HP resolveu a sua inadaptação com a compra da Apollo, enquanto que a IBM fez parcerias com a Lockheed CADAM Inc., Dassault Systéms e McDonnell Douglas Automation. Com esta nova oportunidade surgiram ainda duas companhias que se viriam a destacar no mundo do CAD, a reconhecida Autodesk e a Parametric Technology (Weisberg, 2008, p. 18).

Já referimos que o preço dos sistemas CAD começou a diminuir devido ao avanço da tecnologia, mas não foram só os aspetos de desempenho que foram favorecidos. Com mais facilidade em adquirir estes sistemas as empresas começaram a descentralizar a sua localização, espalhando exemplares pelas suas várias instalações, em vez de ter um departamento especializado. A portabilidade foi aumentando e os requerimentos fundamentais para realizar operações estava agora ao alcance dos designers, que recebiam

formação para trabalhar em CAD. Consequentemente, as equipas de design foram-se adaptando a um novo modo de projetar de cada vez que uma nova tecnologia era introduzida, e de certa forma foram ganhando o seu terreno fazendo o trabalho que pertencia ser feito por indivíduos especializados. (Weisberg, 2008, p. 18).

O segundo caso foi uma mudança que alterou o modo de fazer design, e que, ao contrário das estações de trabalho, dura até aos presentes dias. Trata-se do lançamento do primeiro PC produzido pela IBM em 1981, denominado de Model 5150. Em termos de mercado, esta nova tipologia conseguiu em cinco anos ultrapassar o número de vendas conseguido pelos sistemas anteriores num espaço de dezassete anos. No que toca à tecnologia, o computador pessoal da IBM contava com um microprocessador Intel 8088 com velocidades que poderiam chegar aos 4.7Mhz, 16KB de memória RAM¹⁹ e vinha equipado com um monitor alfanumérico, isto é, um monitor que traduzia a informação para a forma de letras ou números. O sistema operativo tinha sido desenvolvido numa recente empresa chamada Microsoft (Weisberg, 2008, p. 19).

¹⁹ “RAM (random access memory) is the place in a computing device where the operating system (OS), application programs and data in current use are kept so they can be quickly reached by the device's processor.” SEARCHSTORAGE - What is RAM (random access memory)? - Definition from WhatIs.com [Em linha] [Consult. 11 nov. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://searchstorage.techtarget.com/definition/RAM-random-access-memory>>.



Figura 5 - IBM Personal Computer (PC) Modelo 5150, 1981.

No início os PC não tinham nem os requisitos nem compatibilidade necessários para conseguir operar os *software* CAD, e só mais tarde, quando a Intel lançou processadores mais rápidos, é que isso se tornou uma realidade. A proliferação do CAD para PC veio então desencadear uma disputa, por um lado estavam os desenvolvedores de *software* como a recém-fundada Autodesk, que em 1983 já tinha um volume de negócios a rondar um milhão de dólares, número esse que passado 3 anos já se tinha multiplicado 50 vezes. E do outro estavam os fabricantes de sistemas que incentivavam o público alvo a não optar pelos PC mas sim a comprar os seus produtos de maior porte, mais caros, mas mais rápidos. Essa vantagem foi-lhes retirada durante a década seguinte (Weisberg, 2008, pp. 19–20).

Os avanços mais notórios nessa direção deram-se aquando de dois acontecimentos. Um deles foi o lançamento do Windows NT em 1993, que veio possibilitar aos desenvolvedores criarem *software* que mais facilmente eram suportados por Windows e Unix. Mas faltava um maior desempenho a nível de processamento para competir com os sistemas existentes e com mais potência, e foi então que, dois anos mais tarde, a Intel lançou no mercado o Pentium. Estamos a falar de um processador com velocidades de 133Mhz e de uma memória RAM de 256KB. E desde então que a indústria de

componentes para PC não tem parado de crescer, e os números hoje em dia rondam os 4Ghz e 32GB, respetivamente, para um computador consideravelmente bom. (Weisberg, 2008, pp. 19–20)

Nascia então um novo mercado, o dos *software* ou aplicações, que podem ser instalados e utilizados sem estarem associados a um aparelho especializado em realizar uma determinada tarefa. Os objetivos iniciais eram vender apenas esse tipo de produto digital, mas fazendo-o através de uma adjeção a outros produtos de *hardware* ou serviços, oferecer grande parte das funcionalidades de outros sistemas, mas com um custo bastante reduzido, e também, estimular a que outros desenvolvedores acrescentassem mais funções ao programa original (Weisberg, 2008, p. 20).

Presentemente esse mercado está mais que implementado e movimenta milhões em dinheiro, isto porque os CAD fazem parte do grupo de ferramentas necessárias para a projeção de um produto, excluindo raros casos onde não é necessária essa pré-visualização do produto. Mas por norma todas as empresas com produção automatizada trabalham com base nos ficheiros saídos desses programas. Os produtos também mudaram, com essa tecnologia consegue-se agora projetar qualquer tipo de forma e até antever possíveis erros. O que antes só era detetável através de cálculos realizados por indivíduos especializados, agora consegue-se apenas usando ferramentas incluídas nos *software* (Weisberg, 2008, pp. 21–22)

É importante referir que o CAD teve um papel fulcral no tempo de desenvolvimento de um produto. O mercado está em constante mudança, a cada ano as tendências são diferentes, e isso porque o CAD e tudo o que funciona com base nessa tecnologia permite que o processo de design seja cada vez mais curto. O que observamos é que a cada ano, ou até com maior frequência, é lançado no mercado um novo modelo de um determinado produto. O mundo está num ritmo de evolução bastante rápido, e a modelação computacional permite que as pessoas não tenham de esperar muito tempo para ter um produto atualizado (Weisberg, 2008, pp. 21–22)

Por outro lado, o desenho de esboço tem sido colocado de parte, embora ainda cumpra a sua função na fase de geração de ideias devido à sua praticabilidade e rapidez.

Como já foi abordado, o designer tem um papel muito mais importante do que tinha antes. Tarefas que antes eram realizadas em diferentes áreas, foram sendo absorvidas pelo designer que opera um sistema CAD. Talvez por causa disso a opinião e o trabalho desenvolvido pelo designer tenha hoje tanto valor para as empresas. (Weisberg, 2008, pp. 21–22)

1.3. Objetivos do desenvolvimento do CAD

Inicialmente, o objetivo estrutural do CAD passava pela realização de tarefas de modelação de modo automático, poupando tempo e recursos, mas nos dias de hoje a sua aplicação estende-se muito além da simples criação de objetos 3D. Praticamente desde o momento em que o produto fica definido a nível conceptual, que o CAD se insere na grande parte das atividades seguintes. Isto a partir da fase em que é preciso apresentar resultados para fora da equipa de design através de imagens mais bem conseguidas, passando pelo gerenciamento de dados, até à realização de desenhos técnicos para produção (Bilalis, 2000, p. 3).

Atualmente, alguns desses programas incluem ainda ferramentas de comunicação por rede *internet*, e os seus criadores até oferecem armazenamento em nuvem para que o trabalho esteja mais seguro e acessível através de várias plataformas, e um exemplo disso é o Autodesk Fusion 360 (Autodesk, [s.d.]).

O crescente número de automatismos que este tipo de *software* é capaz de realizar ajuda a encurtar o tempo necessário para o desenvolvimento do produto, que vai permitir que o negócio seja mais lucrativo para a empresa. Se um produto demorar muito tempo a passar desde a fase de conceitualização até à entrada no mercado, a ideia em causa pode correr o risco de já estar desatualizada aquando desse lançamento. Caso esse intervalo seja mais curto, o produto chega a tempo de acompanhar as tendências, demorará mais tempo a ficar desatualizado e isso traduzir-se-á numa maior aceitação por parte do público. Não podemos esquecer que estes indicadores dependem sempre da qualidade intrínseca do produto (Bilalis, 2000, p. 3).

Para que o resultado do projeto seja tal e qual o esperado, é essencial ativar medidas que reduzam a possibilidade de incidência de erros. A fase de design serve também esse

propósito, o de averiguar a completa exatidão com que o produto avança para o mercado através de testes de estresse ao seu funcionamento. Quanto mais cedo se detectarem os possíveis erros, mais facilmente se conseguem resolver, isto porque alterar um produto enquanto ele ainda se encontra na fase de design é muito menos dispendioso do que alterá-lo quando já está a ser produzido. É preferível dedicar uma maior quantidade de tempo na análise do produto do que em corrigir erros numa fase mais tardia do projeto. Neste caso o CAD tem uma grande importância na medida que muitos desses testes e alterações podem ser realizados sem grande esforço, comparativamente ao que se sucedia antes de existir esta tecnologia (Bilalis, 2000, pp. 5–7).

1.4. CAD em Design de Produto

Atualmente, é bastante reduzido o número de produtos em que no seu desenvolvimento não seja utilizado o CAD, pelo que esta ferramenta tecnológica está praticamente integrada em qualquer projeto de design nesta área. As primeiras versões destes sistemas trabalhavam em 2D e utilizavam unicamente a técnica do *wireframe* para desenhar o produto. Esse método traduz-se na construção do modelo apenas utilizando linhas que representavam os seus contornos. O mesmo é utilizado para iniciar o desenho produto em ambiente 3D nos *software* atuais. (Bilalis, 2000, p. 9).

Mais tarde surgem os modeladores de superfícies, que permitem, como o nome indica, criar as faces exteriores do produto. A influência de nomes como Fergusson e Bezier²⁰ foi crucial para que este passo fosse dado, para a qual contribuíram desenvolvendo fórmulas de representação de curvas. Atualmente esse tipo de modeladores usam as curvas NURBS, indicadas para praticamente todas as classes de projetos industriais, mas que envolvem a necessidade de compreender as suas formulas aprofundadamente. As operações consistem na geração de superfícies por via da ligação ente múltiplos pontos

²⁰ “In 1971, Pierre Bézier reformulated Ferguson's ideas so that a draftsman without any extensive mathematical training could design a surface. Bezier's system, UNISURF, was used by Renault (...)” ROCKWOOD, Alyn P. et al. - Introduction to Curves and Surfaces.

em forma de rede, e que depois podem ser repalteradas através da manipulação das curvas de forma criadas nessas superfícies. Depois existem comandos que analisam os valores referentes às formas, dimensões e também ao arco que as curvas descrevem (Bilalis, 2000, pp. 9–10).

Finamente surgem os modeladores de sólidos, que diferem do anterior caso pela sua mais completa representação do objeto, pois atribuem ao modelo características às quais antes não se tinha acesso digitalmente. Referimo-nos à atribuição de valores topológicos com os quais se conseguem realizar testes mesmo antes de existir um modelo real do objeto. Os primeiros casos de sistemas desta espécie processavam a informação a partir dos primeiros métodos de representar o espaço, e denominavam-se do tipo CSG. Atualmente, os *software* CAD usam o tipo *Boundary Representation* (B-Rep)²¹, mas ambos têm capacidade de criar modelos digitais contendo os dados que simulam o desempenho do objeto real (BILALIS, 2000, pp. 9–10).

Aos modeladores de sólidos foi adicionada a tecnologia paramétrica que aumenta o seu poder de edição, possibilitando que dimensões, conexões e posição das peças possam ser transformadas pela alteração dos seus parâmetros. Esta inovação foi lançada como parte integrante do sistema Pro/ENGINEER da empresa Parametric Technology Corporation, e na década de 1990 já estava incluída em praticamente todos os modeladores (Bilalis, 2000, p. 10).

O design paramétrico é possível pois tudo o que é feito no *software* possui parâmetros próprios que gerem a geometria resultante, quer seja uma linha, uma superfície curva ou qualquer outra operação específica (Bilalis, 2000, p. 10).

Deste modo o designer consegue modificar o modelo 3D sem ter que voltar a repetir o que já foi feito, visto que esta tecnologia tem a capacidade de memorizar todos os procedimentos realizados. Assim sendo, por acesso a esses dados o computador consegue recriar o que foi feito seguindo o historial de conceção daquele modelo, realizando apenas a alteração nos pormenores a modificar (Marr, 1996)

²¹ “A method of solid modelling where the solids are defined in terms of their boundaries (surfaces). BALL, Alex - Preserving Computer-Aided Design (CAD). 2013. p.31.

O uso deste método pode servir para corrigir erros em termos métricos ou para explorar um novo design para o objeto. Permite também criar relações entre partes, em que umas ficam dependentes das alterações que outras possam sofrer, ou o contrário, isolar certas partes para que não sofram variações. De esse modo assegura-se que o produto fica correto após editado. E além disso, este tipo de modeladores pode também realizar tarefas associadas aos desenhos para produção, pois incluem ferramentas para a criação de todo o tipo de vistas e projeções necessárias para esse efeito. Como as operações são digitais, quando o objeto é alvo de alguma alteração, a atualização desses desenhos é muito mais rápida (Marr, 1996).

2. Desenho/Esquisso Digital

2.1. Introdução ao tema

Em design de produto, o desenho é o ponto de partida rumo ao encontro da melhor solução para determinado problema, o início do processo de análise do mesmo por via do registo visual das ideias do designer. O porquê de se desenhar nesta área justifica-se com a necessidade de se registarem as ideias eficientemente e de as desenvolver no decorrer do projeto, mantendo sempre a porta aberta a novas propostas complementares. Isto porque o desenho serve para isso mesmo, para ser editado enquanto se verificam, sem compromisso, todas as possibilidades. Mas também se utiliza este meio para comunicar com outros designers ou intervenientes no projeto, o que vai levar a que se realizem diferentes tipos de desenhos de acordo com a tarefa e interpretação de cada um (Johnson *et al.*, 2007, p. 2).

Este tipo de desenho surge também como alternativa ao desenho analógico, no entanto, apesar de ser menos prático, a verdade é que oferece múltiplas vantagens em relação ao uso de materiais riscadores e papel. Desde logo em termos ecológicos, pois elimina a necessidade de utilizar papel, e também económicos, visto que a longo prazo torna-se mais vantajoso adquirir esses equipamentos digitais do que comprar toda uma vasta gama de materiais de desenho como lápis, canetas, marcadores, entre outros.

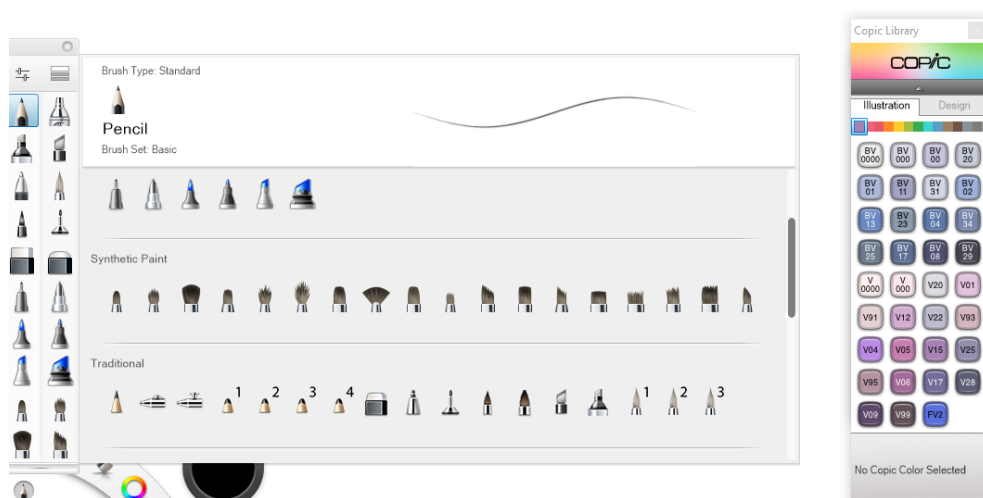


Figura 6 - Gama de pincéis e biblioteca de cores Copic, captura de ecrã do Autodesk SketchBook Pro 2015.

Relativamente ao desenho em si, este método vem tornar muito mais fácil a vida do designer, ao oferecer opções que ajudam a poupar tempo em certas tarefas, tais como experimentar materiais, cores, adicionar texturas, ou realizar qualquer tipo de alterações. Isto é possível pois certos *software* permitem trabalhar sobre camadas (*layers*)²², e cada pormenor desenhado pode ser isolado separadamente. Partindo daí, podem-se realizar quaisquer alterações afetando apenas a camada desejada e sem alterar o resto do desenho, proporcionando ao designer uma maior liberdade e controlo sobre o processo (Eissen e Steur, 2011, p. 125).

Ao trabalhar em ambiente digital, o tempo que seria despendido em produzir diferentes variantes do mesmo desenho analogicamente, para testar fatores como os que foram descritos acima, vê-se reduzido em grande parte pela capacidade de copiar e editar destes *software*. Juntando todos estes ingredientes conseguem-se resultados bastante mais rigorosos comparativamente ao desenho analógico, e como já foi referido, com o acréscimo na poupança de recursos (Eissen e Steur, 2011, p. 125).

No entanto, considerando a praticabilidade do desenho em papel, e porque nem sempre as ferramentas de desenho digital se encontram ao alcance quando as ideias surgem, uma solução híbrida poderá ser adotada. Estamos a falar de realizar uma primeira fase do desenho em papel, que acaba por ser mais rápido, e mais tarde, converter em formato digital ao importar para um *software* de edição de modo a acrescentar todos os detalhes convenientes. Deste modo junta-se a rapidez e expressividade do desenho analógico com a qualidade e editabilidade do desenho digital (Eissen e Steur, 2011, p. 141).

Em termos de pensamento visual, o esquisso permite que a criatividade do designer seja transferida de um ambiente imaginário para a realidade, que neste caso se traduz em algo realizado em papel ou digitalmente. É através dessa interpretação visual do pensamento que o designer consegue processar outras ideias, colocando em questão mais variantes e

²² "In computer programming, layering is the organization of programming into separate functional components that interact in some sequential and hierarchical way, with each layer usually having an interface only to the layer above it and the layer below it." What is layer? - Definition from WhatIs.com

alternativas para solucionar o problema. Posto isto, o esquisar é visto como uma ferramenta que auxilia o pensamento visual do designer (Johnson *et al.*, 2007, pp. 2–3).

É preciso recuar mais de cinquenta anos para observar as primeiras manifestações do interesse que havia em tornar digital muitos dos processos de desenho, e o interesse em fazer disso uma realidade foi provado com o desenvolvimento do Sketchpad e do GRAIL. Ambos utilizavam a caneta como modo de introdução de dados num dispositivo computacional. O interesse foi-se mantendo, acompanhado por uma crescente digitalização das tarefas de desenho, mas o *sketching* tem vindo a receber uma atenção especial nestes últimos anos. Hoje em dia, a introdução de dados através de canetas digitais é muito mais desenvolvida, chegando a simular o desenho em papel, ao mesmo tempo que a edição dos mesmos pode ser realizada de uma forma completamente diferente. Com isto, o objetivo ao longo dos tempos foi sempre o mesmo, o de melhorar o ato de desenhar, com um recente foco no esboço (Johnson *et al.*, 2007, pp. 2–3).

A ligação entre o operador e o computador sempre apresentou numerosas vantagens, mas ainda existe dificuldade em fazer com que os sistemas digitais reconheçam a naturalidade dos movimentos humanos. Dessa forma, os envolvidos no desenvolvimento de sistemas de desenho digital selecionaram um conjunto de obstáculos a ultrapassar. Grande parte desse trabalho baseia-se no melhoramento de fatores relativos ao *hardware*, com o objetivo de o deixar mais intuitivo e inteligente (Johnson *et al.*, 2007, pp. 6–7).

Além das vantagens a nível de interação com o desenho, o próprio computador como ferramenta, permite ainda a interação entre pessoas em localizações diferentes. Os desenhos, ou quaisquer outros documentos, podem ser partilhados numa questão de segundos sem a necessidade de sair da secretária (Johnson *et al.*, 2007, pp. 2–3).

2.2. Referências históricas dos sistemas de desenho digital

Tal como foi referido anteriormente, o desenho digital teve o seu início aquando do desenvolvimento de dois sistemas, o Sketchpad e o GRAIL, que alteraram os paradigmas de relação entre o humano e o computador. O primeiro a ser apresentado foi o Sketchpad, e tratava-se de um sistema onde o operador interagia com o monitor ao apontar na sua superfície a ponta luminosa de uma caneta específica para esse efeito. As funções não

eram muitas, mas existiam comandos que impeliavam certas operações, tais como manter duas linhas paralelas. Quanto ao GRAIL (GRAphical Input Language), a caneta era usada numa mesa de reconhecimento digital, e o objetivo era criar figuras que eram lidas e traduzidas pelo sistema numa linguagem de controlos. Dessa forma poder-se-iam introduzir dados usando grafismos em vez de se recorrer à escrita. Relativamente às opções de ajuda e edição dos elementos introduzidos, este sistema permitia eliminar e modificar a posição de linhas ou figuras, no entanto, os desenhos eram feitos à mão livre (Johnson et al., 2007, pp. 4–5).

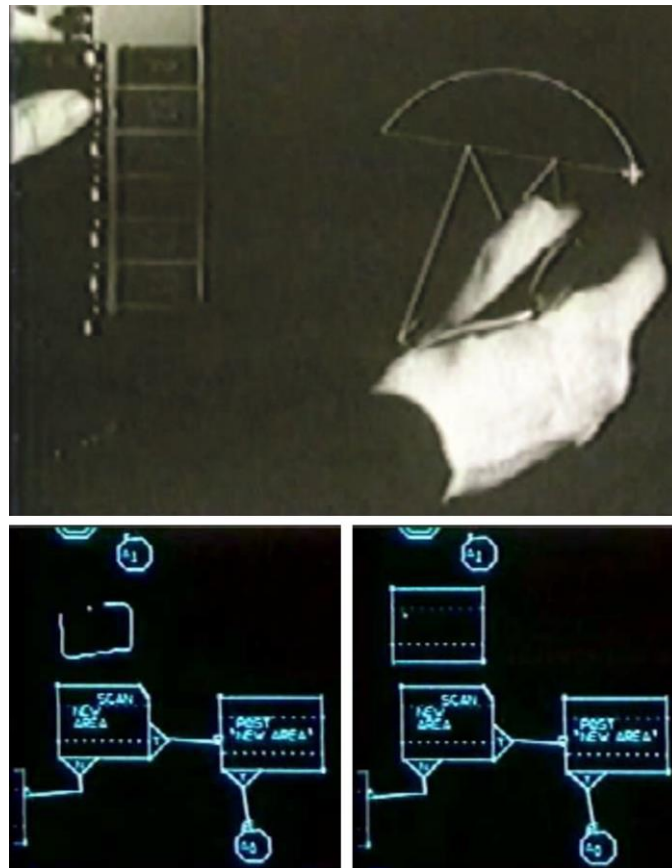


Figura 7 - Introdução de dados no Sketchpad através de caneta (mão direita) e sua restrição através dos botões (alinhados à esquerda)

Figura 8 - À esquerda, o operador do GRAIL desenha um elemento modelo no lugar. À direita, o elemento rectificado é exibido como uma caixa.

Este método de interação com o computador, fazendo uso de um dispositivo apontador, manteve-se afastado da generalidade dos utilizadores até que surgiu o rato. Esse foi o

primeiro deste tipo a ganhar a aceitação por parte do público, usando este tipo de tecnologia. A Macintosh foi a empresa responsável pelo sucesso desta inovação, introduzindo o seu produto no mercado em meados da década de 1980, a qual veio colocar em esquecimento os sistemas que utilizavam a caneta. Entretanto, no espaço de uma década, começaram a surgir empresas a apostar no mercado de dispositivos e *software* de introdução por via de caneta digital, tal como a GO e a GRiD Systems Corporation respetivamente, mas o seu sucesso durou pouco. Assim como aconteceu com os dispositivos PDA (Personal Digital Assistant), que embora tivessem uma pequena fatia de mercado, acabaram por dar lugar aos dispositivos sensíveis ao toque (Johnson et al., 2007, p. 6).



Figura 9 - GRiDPad 2050, 1993.



Figura 10 - Lisa Mouse (A9M0050), 1983.

2.3. Hardware

O uso dos sistemas digitais com caneta é visto como uma forma de automatizar tarefas desde o seu lançamento, no entanto, apenas a meio da década de 1990 que esse tipo de tecnologia se tornou acessível ao público. Hoje em dia esses sistemas são mais comuns e podemos encontrar uma variedade de alternativas no mercado. Desde aqueles que funcionam como meio para a entrada de dados, seja através do papel ou numa mesa digitalizadora, e que depois os devolve em forma de imagem através de um monitor separado; até aos que suportam ambas as funções, como os ecrãs sensíveis ao toque da caneta. Interessa-nos então analisar os diferentes tipos de *hardware* relacionados com o desenho digital existentes no mercado. Começemos por observar algumas canetas que

possuem tecnologia, mas que apesar disso utilizam o papel como suporte primário para desenhar (Johnson *et al.*, 2007, pp. 22–23).

O primeiro exemplo é o da Anoto Live Pen, que se encontra na segunda geração, e que consiste numa caneta que grava a sua própria utilização. A informação é transferida depois para formato digital por via *bluetooth* ou USB. A única limitação está relacionada com a necessidade do uso de um tipo de padrão específico que a marca desenvolveu para que o reconhecimento seja possível. A utilização da caneta nesse padrão, que pode ser aplicada sobre em qualquer superfície rígida, possibilita que a câmara embutida localize precisamente em que área está a acontecer essa ação (Anoto, [s.d.]).

Partindo do sistema criado pela Anoto, também outras marcas desenvolveram as suas próprias canetas para operar na mesma base, como foi o caso da Logitech e da LeapFrog (Johnson *et al.*, 2007, p. 23).

Dentro desta categoria de dispositivos, existem ainda aqueles que permitem uma maior interação entre o papel e o digital, que são chamados de PADD (*Paper Augmented Digital Documents*). Nesse grupo encontramos por exemplo a PaperPoint, uma caneta que permite, com recurso ao papel da Anoto, editar em tempo real uma apresentação realizada em Powerpoint. (Signer, [s.d.]) E a PapierCraft, que possibilita a manipulação de documentos digitais partindo do papel, permitindo que sejam feitas cópias virtuais dos mesmos ou que se desenhe livremente (Microsoft Research, [s.d.]).



Annotation on handouts



Resulting digital slide

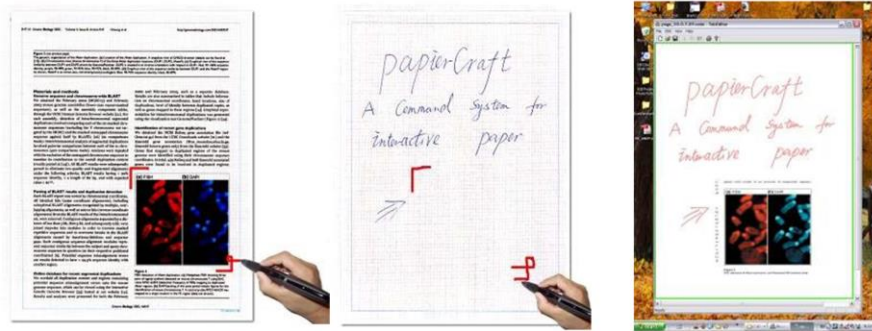


Figura 11 - Anoto Live Pen 2.

Figura 12 - Utilização do PaperPoint: À esquerda, as anotações no papel e à direita o resultado na apresentação digital.

Figura 13 - Utilização do PapierCraft: Introdução dos símbolos para copiar (esquerda), introdução dos símbolos para colar (centro), e resultado final após sincronização com computador.

Mais recentemente, o Bamboo Folio e o Bamboo Slate, ambos os *smartpads* da autoria da empresa Wacom. O objetivo nestes últimos casos está relacionado com a possibilidade de desenhar em papel, mas permitindo a leitura desses dados e a sua transferência para formato virtual. O que acontece é que o utilizador desenha no bloco de folhas, incluído, o que pretender, e ao terminar, pressiona um botão que vai preceder à sincronização dos dados com a aplicação disponível para dispositivos inteligentes, com o armazenamento em nuvem disponibilizado pela empresa, ou então é salvo na memória interna do próprio dispositivo. Assim sendo, o que é desenhado em papel é sincronizado para digital e

partilhado entre dispositivos. As formas físicas de ambos são idênticas a uma pasta do tipo portfólio ou a uma prancheta, disponíveis em formato A4 ou A5 (Wacom, 2016).



Figura 14 e Figura 15 - Wacom Bamboo Folio e Wacom Bamboo Slate

Ainda nesta categoria de aparelhos que apenas suportam *input*, temos aqueles que não utilizam o papel de todo, tal como as mesas digitalizadoras. Neste mundo destacam-se os produtos da Wacom e da Huion, com uma vasta gama de opções, tanto em termos de tamanhos como de especificações. O mais reconhecido será porventura o Wacom Intuos Pro.

Este conjunto de mesa e caneta é conectado a um computador que servirá de saída daquilo que se está a desenhar na própria mesa, essa ligação pode ser feita através de cabo USB ou por *wireless*, visto que a mesa possui uma bateria incluída. Já a caneta não possui qualquer tipo de bateria. A versão atual desta mesa possui ainda uma série de botões (nove), tal como a caneta (dois), sendo totalmente personalizáveis em ambas as partes, e isto sem contar com a opção de toque múltiplo em toda a área de desenho, e com o anel de seleção sensível ao toque em torno do botão central.



Figura 16 - Wacom Intuos Pro

Em termos de resposta, este produto permite simular o desenho analógico através do ajuste dos níveis de sensibilidade da caneta, desse modo é possível realizar traçados diferentes de acordo com a força exercida ou dependendo da inclinação da caneta (Wacom, 2017).

Na maioria dos casos, a identificação desses valores de reconhecimento, pressão e inclinação da caneta é possível devido ao campo eletromagnético produzido pelas mesas. Por isso é que quando se aproxima a ponta da caneta a uma determinada distância acima da área de desenho, o cursor é ativado, e assim pode-se visualizar em que local se vai desenhar antes de haver contacto (Johnson *et al.*, 2007, p. 24).

Na outra categoria, a dos dispositivos de *input* e *output*, referimo-nos àqueles que permitem a introdução de dados na mesma área de saída da resposta, que por norma são os dispositivos com ecrã sensível ao toque. Neste grupo incluem-se os sistemas com uma vertente mais direcionada para o desenho, tais como aqueles que são comercializados pela Wacom, mas também os *tablets* como o Ipad da Apple ou a gama de computadores Surface da Microsoft.

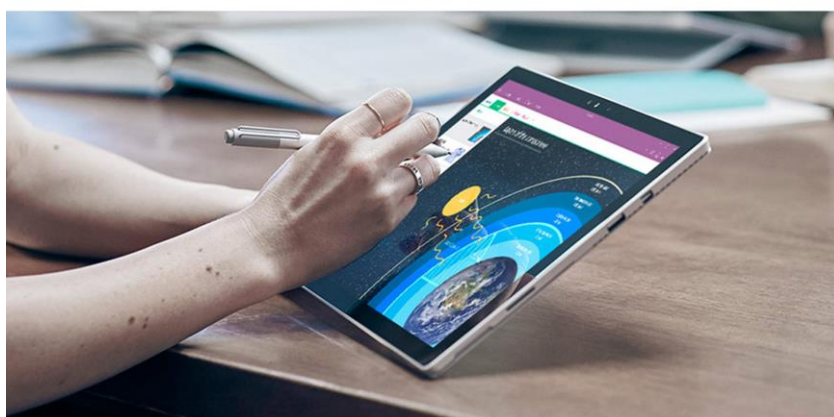


Figura 17 - Apple iPad Pro

Figura 18 - Wacom Cintiq Pro 16"

Figura 19 - Microsoft Surface Pro

Ainda assim, podemos dividir o mercado em dois segmentos, os de processamento externo e os de processamento interno. No primeiro caso, tratam-se daqueles que servem como monitor externo a um computador que realiza as tarefas de maior processamento. O Wacom Cintiq é um desses exemplos, parecido com o Intuos Pro fisicamente e também a nível de opções de entrada, mas com um monitor colocado na área de desenho. As dimensões da Cintiq abrangem também um maior número de dimensões, e como se trata de ecrãs, passam a ser apresentadas em polegadas, variando entre as 13 e as 27 (Wacom, 2017).

Quanto aos dispositivos que possuem processamento interno, são aqueles que não necessitam de ajuda externa para analisar a informação. Podem ser *tablets*, computadores portáteis híbridos ou sistemas otimizados para o desenho e tarefas artísticas, como o Microsoft Surface Studio (Microsoft, [s.d.]).

2.4. Interação com os sistemas de desenho digital

A ligação entre o utilizador e a máquina é também outro fator de relevância quando falamos das tecnologias de desenho digital. Grande parte deste tipo de programas é constituído por métodos de interação pouco naturais para o ser humano, em que para se selecionar as ferramentas é necessário decorar barras de ferramentas, menus ou atalhos de teclado e outros botões. Isso faz com que o ato de desenhar não seja totalmente espontâneo.

É essencial que os *software* leiam de forma mais precisa a intenção do utilizador, e por isso, são apresentadas três áreas onde essa leitura deve atuar. A primeira delas é relativamente ao modelo, e são aquelas operações de geração ou modificação das suas partes. Um exemplo disso é a inclusão de anotações, elas são parte importante na fase de desenho de exploração para que as ideias possam ser complementadas. Uma forma alternativa de modificar a entrada de dados seria também por via do uso da sensibilidade de pressão ou inclinação (Johnson *et al.*, 2007, p. 56).

A segunda está associada ao ambiente e às ferramentas utilizadas, onde por vezes é difícil realizar certos comandos, como fazer zoom ou rodar, intuitivamente. Esta dificuldade acontece com *software* que possuem um campo de interação desenvolvido para ser operado por teclado e rato, e para o objetivo que é desenhar talvez esta não seja a melhor alternativa em termos interativos. Torna-se muito mais natural se se usarem gestos para realizar este tipo de tarefas. (Johnson *et al.*, 2007, pp. 56–57).

Por último, surge a área do reconhecimento ou de retificação do ambiente, que aborda a interação entre o utilizador e os processos do sistema. Neste caso o *software* pode oferecer diferentes opções de leitura, na qual o operador decide qual a que mais lhe convém, ao invés de ser a aplicação a selecionar automaticamente (Johnson *et al.*, 2007, pp. 56–57).

Os menus de seleção de ferramentas podem constituir uma dificuldade para a introdução de dados com caneta, mas esse problema tem vindo a ser solucionado. Primeiramente, surgiram os menus em cascata, mas que não se adaptam ao uso em ecrãs sensíveis ao toque pois os vários níveis vão surgindo, geralmente, à direita do menu anterior. Significa

isto que uma pessoa destra poderá sentir dificuldade em visualizar o novo nível do menu enquanto seleciona o anterior (Johnson *et al.*, 2007, p. 60).

Os menus de marcação, onde se incluem os menus em círculo, vieram mudar isso. Não são totalmente perfeitos, pois o problema anterior de ocultação do menu pode persistir, mas não de uma forma tao acentuada, visto que as várias opções ficam com uma disposição explodida. Mas a grande vantagem é que se torna possível utilizar gestos rápidos para selecionar certa ferramenta, sem que seja necessário ir em busca da opção desejada (Johnson *et al.*, 2007, p. 60).

Para tal objetivo foram determinantes os desenvolvimentos do projeto SATIN do *Group for User Interface Research* da Universidade da California em Berkeley. A ferramenta por eles criada serviu de base para *software* de desenho com caneta digital como o DENIM ou o SketchySPICE. Um exemplo mais recente da sua aplicação é o Autodesk Sketchbook Pro. Nessa aplicação podemos abrir menus pressionando um botão da caneta e arrastando-a ao mesmo tempo para selecionar um dos comandos dispostos radialmente, e deste modo torna-se muito mais intuitivo desenhar digitalmente (Johnson *et al.*, 2007, p. 60).

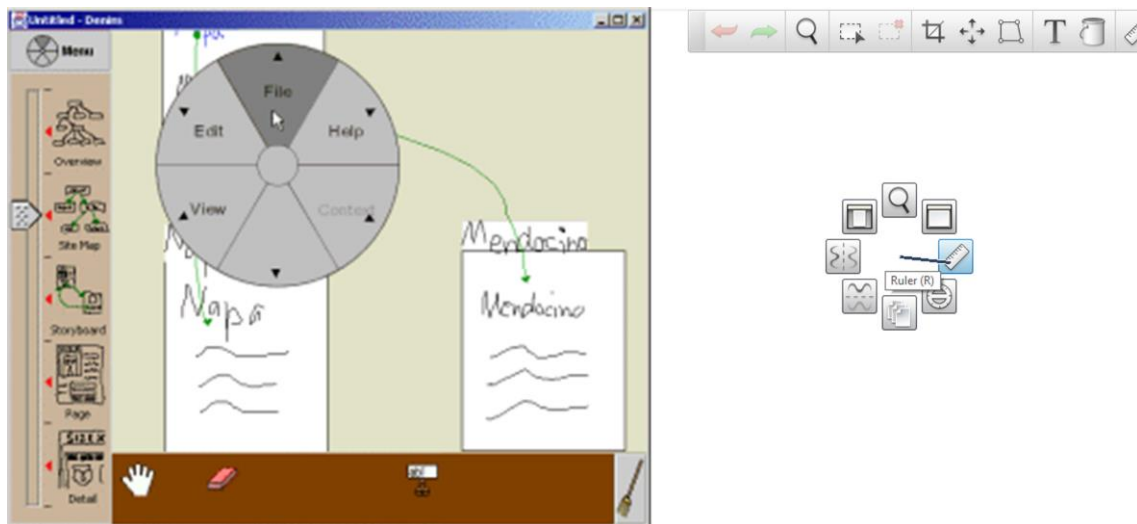


Figura 20 – Captura de ecrã da aplicação DENIM .

Figura 21 – Menu circular, captura de ecrã do Autodesk SketchBook Pro 2015.

A utilização da caneta digital constitui uma forma mais natural de desenhar comparativamente ao uso de outros dispositivos apontadores. Isso fica provado pelo estudo levado a cabo por Lisa Anthony, Jie Yang e Kenneth Koedinger, que conclui que os observados preferem utilizar a caneta em detrimento do teclado e rato para, neste caso, fazer equações matemáticas. Ficou também provado que a atenção em cumprir a tarefa proposta é direcionada para o modo de *input* quando este não é intuitivo, afetando a concretização da mesma. Posto isto, é importante que os sistemas de desenho digital sejam cada vez mais adaptados aos gestos congénitos do ser humano, de maneira a que os processos mentais sejam maioritariamente direcionados para o objetivo predefinido (Johnson *et al.*, 2007, p. 62)

Ainda relativamente ao uso do menu em círculo, podem surgir outros constrangimentos, mais propriamente em termos da ativação do menu, e também com o facto de que para usufruir de todas as potencialidades da seleção por gesto é necessário memorizar a que opção corresponde cada gesto (Johnson *et al.*, 2007, pp. 60–63). Pegando no caso do Sketchbook Pro, o menu circular básico possui oito opções, e esse menu varia de acordo com a ferramenta selecionada, porém, atribuído a cada camada de trabalho ainda existe outro menu fragmentado em oito. Visto isto, todas essas opções podem ser difíceis de interiorizar.

Contudo, a seleção por gestos é também utilizada como meio de alterar certos parâmetros relacionados com a utilização da caneta, e aqui de uma forma muito mais simples e rápida de aprender. O *software* CrossY serviu de teste ao uso da seleção por cruzamento. Neste caso, o utilizador desenha uma linha que cruza a ferramenta, e com esse único movimento consegue selecionar tanto a cor como a espessura do risco da caneta. Atualmente, no Sketchbook Pro, também existe esse método mas com uma apresentação diferente, e que permite alterar o nível de opacidade e espessura do risco ou a saturação e luminosidade da cor (Johnson *et al.*, 2007, p. 64).

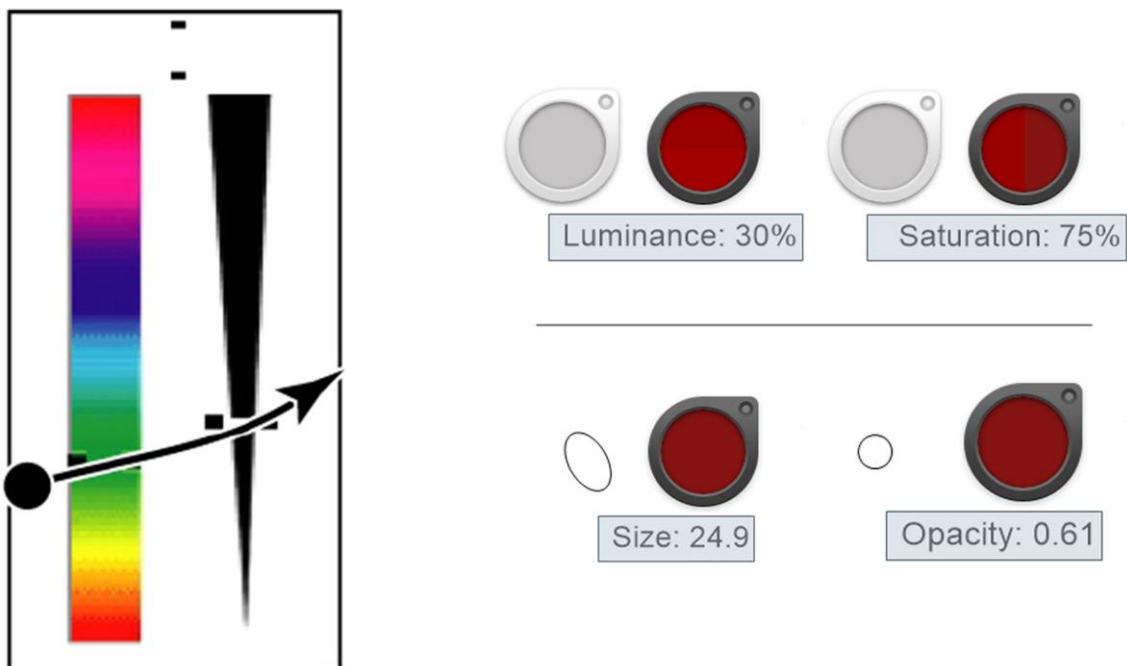


Figura 22 – Interface do CrossY que permite alterar vários parâmetros com apenas um movimento.

Figura 23 – Interface do Autodesk SketchBook Pro 2015 com o mesmo objetivo da figura anterior. Gestos verticais e horizontais na ferramenta da direita alteram a intensidade de luz e saturação da cor (cima), os mesmos gestos na ferramenta da esquerda alteram o tamanho do pincel e a opacidade do traço.

A um nível mais geral, Christine Alvarado, na sua publicação intitulada *Sketch Recognition User Interfaces: Guidelines for Design and Development*, definiu uma série de normas que os desenvolvedores deste tipo de aplicações devem seguir para ser possível uma melhor interação com os sistemas de desenho digital. E que são as seguintes:

- “1. Display recognition results only when the user is done sketching;
2. Provide obvious indications to distinguish free sketching from recognition;
3. Restrict recognition to a single domain until automatic domain detection becomes feasible;
4. Incorporate pen-based editing;
5. Sketching and editing should use distinct pen motions;
6. SkRUIs require large buttons;

7. The pen must always respond in real time.”

Na opinião da autora, ainda existem vários problemas por resolver relativamente à interação entre o humano e os sistemas de desenho digital, e por isso é necessário que se continue a estudar a melhor forma de os ultrapassar (Alvarado, 2004).

3. O Futuro do desenho digital: realidade virtual e realidade aumentada

3.1. Introdução ao tema

Como já foi abordado neste trabalho de pesquisa, desde os primeiros desenvolvimentos até aos dias de hoje, o desenho digital na sua globalidade, envolvendo qualquer umas das formas aqui analisadas, quer 2D ou 3D, tem evoluído bastante e de forma progressiva. Se nas primeiras décadas essa evolução era mais lenta, no presente assistimos a novos avanços significativos de forma cada vez mais frequente. O computador tornou-se numa ferramenta comum, quer para as empresas, quer para as pessoas, e ao mesmo tempo que a sua performance aumenta também o preço diminui, fazendo com que estes sistemas fiquem mais acessíveis.

Os *software* CAD acompanharam esse progresso e atualmente são utilizados por qualquer pessoa que detenha um computador. Os comandos deixaram de ser exclusivos a um ou outro tipo de aplicação e foram agrupados, fazendo com que praticamente todos os *software* possuam as mesmas capacidades de desenho. Mas têm vindo a surgir novas formas de desenho e de visualização baseadas em recentes alternativas de interação entre o humano, o mundo real e o mundo digital: a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) (Jones, 2017).

Embora durante o último século tenham existido casos que anteviram este tipo de tecnologia, foi na década de 1960 que realmente surgiu a RV caracterizada como hoje é conhecida. Esta tecnologia acompanhou a evolução dos sistemas computacionais, no entanto, apenas nos anos noventa do século passado é que foram apresentados alguns casos práticos de aplicações comerciais. No geral, os projetos ocorreram na área dos vídeo jogos, tal como as máquinas de videojogos da Virtuality Group, os óculos de RV da Sega para a consola Genesis, ou o Nintendo Virtual Boy. (Virtual Reality Society, 2017) Entretanto, fatores como o preço elevado, a resposta lenta e de fraca resolução gráfica, devido ao fraco desempenho dos aparelhos da altura, fizeram com que o interesse por esta tecnologia se esmorecesse. Essa fase em muito se assemelha ao que tem acontecido na última meia dúzia de anos, com o interesse por desenvolver esta tecnologia a despontar novamente (Virtual Reality Society, 2017).



Figura 24 – Sistema de jogo em grupo Virtuality 1000SD, Virtuality Group, 1992.

Figura 25 – Sega VR e consola Genesis, Sega, 1993.

Figura 26 – Embalagem do Nintendo Virtual Boy para o mercado japonês, Nintendo, 1995.

De acordo com o relatório da Goldman Sachs sobre este assunto, datado de 2016, o acontecimento que marcou o retorno em grande da RV foi a aquisição da empresa Oculus, especializada em criar *hardware* usando esta tecnologia, por parte da Facebook, em 2014. (Bellini *et al.*, 2016, p. 16) Note-se que dois anos antes a Oculus tinha colocado em financiamento colaborativo uma versão do produto que viria a ser lançado em 2013, o Rift Development Kit 1, e na qual angariaram cerca de 2.4 milhões de dólares (Boletsis, 2017).

A evolução tecnológica nesta área foi enorme durante as últimas três décadas, atualmente, os computadores permitem o processamento de ambientes realistas e até os dispositivos móveis possuem características que possibilitam o seu uso tanto para simular a RV e RA.

A prova de que as novas realidades estão para ficar é a aposta de grandes companhias como a Google, Sony, Samsung, Intel, Apple, entre outras, no desenvolvimento deste mercado ao longo dos últimos cinco anos. Esse espaço de tempo, desde os anos de 1990 até aos dias de hoje, serviu para melhorar muitos dos defeitos que na altura eram difíceis de resolver. Agora que existe *hardware* capaz de processar informações de mais complexidade torna-se possível utilizar estas tecnologias de um modo efetivo. (Virtual Reality Society, 2017)



Figura 27 – Captura de ecrã do jogo de Realidade Virtual Dactyl Nightmare, W Industries, 1991.

Figura 28 – Captura de ecrã do jogo em Realidade Virtual Farpoint, Worldwide Studios, 2017.

3.2. Realidade virtual e realidade aumentada

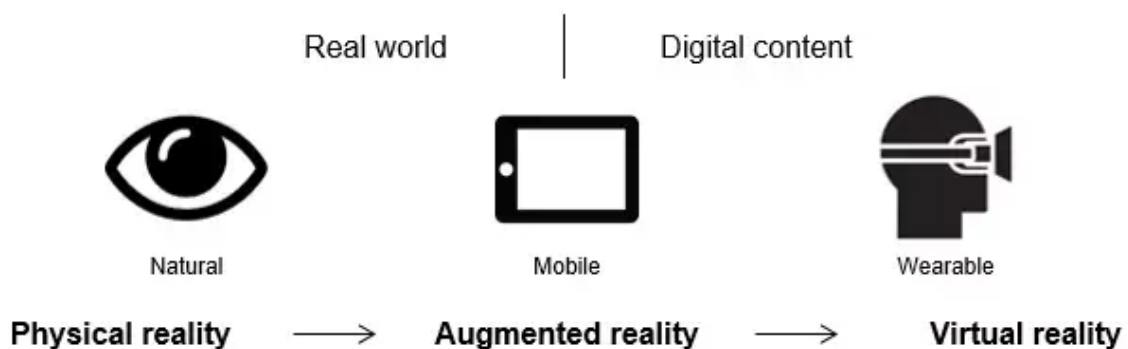


Figura 29 – Diagrama a explicar a disposição das diferentes realidades de acordo com a sua interação com o mundo real ou digital. Realidade Física situa-se apenas no mundo real, a Realidade Aumentada combina o mundo digital com o real, e a Realidade Virtual situa-se no mundo digital.

Para distinguir uma realidade da outra podemos utilizar como ponto de partida a realidade como nós a vemos. Sendo assim, a Realidade Virtual é aquela que mais se afasta da

verdadeira realidade, pois emerge o utilizador para um ambiente totalmente digital e opaco por intermédio da colocação de óculos específicos para o efeito. Por outro lado, a Realidade Aumentada sobrepõe imagens sobre aquilo que vemos através de óculos translúcidos, como por exemplo os Microsoft HoloLens ou os Google Glass, ou então por via de dispositivos móveis com câmara de filmar. (Bellini *et al.*, 2016, p. 10) No fundo acrescenta informação digital a um ambiente real, combinando a imagem capturada pelo dispositivo com dados gerados pelo mesmo (Jones, 2017).

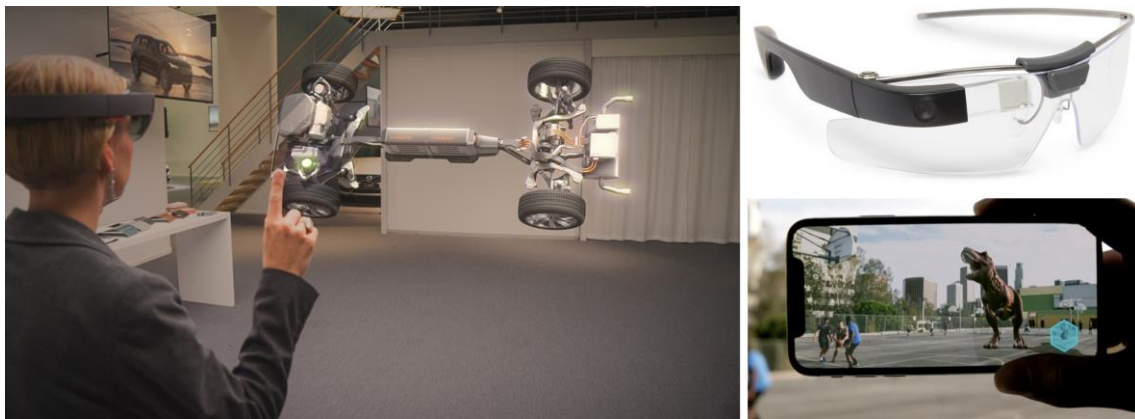


Figura 30 – Demonstração do sistema de vendas desenvolvido em conjunto pela Volvo e Microsoft HoloLens, 2015.

Figura 31 – Google Glass Enterprise Edition,, X Company, 2017

Figura 32 – Demonstração da tecnologia de Realidade Aumentada presente no Apple iPhone X, 2017

Tal como o *hardware*, também as áreas de aplicação destas tecnologias são um pouco diferentes em termos práticos. A RA tornou-se mais eficaz e em casos de negócios, como forma de apresentar uma versão digital de um produto em ambiente real, enquanto que a RV também inclui a área do consumo, como no caso dos videojogos ou em programas de desenho digital, na qual as duas se podem conglomerar (Bellini *et al.*, 2016, p. 10).

Ainda assim, existe um fator que ambos destacam, e isso é o uso de dispositivos que se colocam na cabeça. Estas tecnologias vieram alterar a forma como nós humanos nos relacionamos com o mundo digital, em vez de olharmos para a informação apresentada num monitor, a mesma aparece à distância do olhar, fazendo com que o nosso cérebro a processe como se fosse verdadeiramente real. O mesmo se verificou quando se introduziu

o *smartphone* e o *tablet*, também os dispositivos para a cabeça vieram alargar a gama de ferramentas digitais. Os ecrãs sensíveis ao toque vieram tornar o uso desse tipo de produtos mais simples e natural, mas com os recentes desenvolvimentos o nível de interatividade avançou ainda mais (Bellini *et al.*, 2016, p. 10).

Em contrapartida, os requerimentos necessários a nível de *hardware* para correr estas novas tendências virtuais são dispendiosos, e apesar de existirem os meios, os mesmos não se encontram ainda ao dispor da maior parte do público. O relatório da Goldman Sachs diz-nos que, em 2016, e segundo a Nvidia, a percentagem de computadores com requisitos suficientes era de apenas 1%, e por isso a adesão em massa poderá requerer mais um tempo (Bellini *et al.*, 2016, pp. 10–11).

Os próprios sistemas de interação, como óculos de RV ou os dispositivos de deteção de movimentos, ainda estão a um preço pouco acessível, e o que justifica isso é o facto de que utilizam componentes desenvolvidos exclusivamente para este tipo de tecnologia. Prevê-se que a queda dos preços aconteça da mesma forma que os preços dos computadores e *smartphones* baixaram, com o ritmo anual de descida na ordem dos 5 a 10% (Bellini *et al.*, 2016, pp. 10–11).

3.3. Principais vantagens e desvantagens

Apesar de estas tecnologias serem bastante interativas existem funções que são incompatíveis com a nossa natureza. Por um lado, é vantajoso que se possam simular os mais diversos ambientes, abrindo um leque enorme de possibilidades para quem as utiliza, mas em contrapartida o nosso corpo físico não faz parte dessa realidade virtual. Essa é uma das maiores limitações da RV, pois o utilizador tem a mente iludida com um espaço onde os movimentos de deslocação do corpo não têm efeito (Blokša, 2017, pp. 9–10).

A única alternativa a esse problema é a colocação de sensores para determinar a posição em que o utilizador se encontra, mas nem sempre se revela uma solução viável. É necessária uma rápida capacidade de processamento por parte do computador para conseguir acompanhar o processamento do cérebro, caso isso não aconteça o utilizador pode sofrer de enjoos. Problemas desse tipo sucedem-se quando os movimentos virtuais não acontecem em simultâneo, ou com atraso relativamente aos movimentos reais. Para

que isso não aconteça o melhor é evitar movimentos rápidos, que necessitem de acompanhamento instantâneo por parte do computador (Blokša, 2017, pp. 9–10).

Relativamente à RA, o reconhecido especialista em interação informática e *software* Frank Spillers aponta no artigo “*What's next in mobile user experience? Augmented Reality*” quais as vantagens desta tecnologia na sua opinião. O autor afirma que a RA irá alterar os padrões de interação com os dispositivos móveis, tal como aconteceu com a globalização dos ecrãs sensíveis ao toque, e isso irá facilitar a vida dos utilizadores. A melhor usabilidade resulta da menor interação possível com o dispositivo, na qual o exemplo dado por Spillers explica bem a ideia: “*Imagine turning on your phone or pressing a button where the space, people, objects around you are ‘sensed’ by your mobile device- giving you location based or context sensitive information on the fly*.” Assim como nos dispositivos multimodo, também a RA possui um forte nível de desenvolvimento em termos de investigação, verificação e teste, tendo a indústria automóvel como precursor. O facto de esta tecnologia já ter sido comprovada torna-se numa mais valia e prova de sucesso (Spillers, 2009).

O maior problema deste método encontra-se na sua limitada capacidade de enquadrar corretamente o que é digital em ambiente real. Por vezes, as figuras apresentadas pelo dispositivo ficam dispostas em perspetivas diferentes daquela que o olhar tem, e por isso, o campo de visão de dispositivos oculares precisa de ser melhorado. Ou então, em casos onde o reconhecimento do espaço seja dificultado pelo nível de baixa luminosidade ou contraste (Blokša, 2017, p. 9).

Outro fator que limita a experiência de RA é o uso de dispositivos móveis, como telemóveis e óculos inteligentes, pois esses aparelhos são alimentados por fontes igualmente portáteis e a durabilidade das cargas é relativamente baixa. Além disso, tal como na RV, podem existir transtornos relacionados com o cansaço visual quando se trata da utilização de óculos. Neste caso, isso acontece porque, tal como referido, o olho tem de constantemente focar informações em distâncias diferentes (Blokša, 2017, pp. 9–10).

No artigo sobre este assunto, publicado no âmbito da 7ª edição da conferência IFAC, sublinham-se algumas das limitações referidas anteriormente, mas são ainda apontados mais alguns problemas como a fraca precisão e a latência dos ecrãs. De certa forma, estes

dois pontos estão relacionados com o que já foi falado, visto que ambos estão relacionados com a dificuldade existente por parte dos sistemas existentes em acompanhar os movimentos mais acelerados (Nee e Ong, 2013).

3.4. Desenvolvimentos na indústria

Tal como aconteceu no início do desenvolvimento do CAD, a indústria automóvel também agora se destaca na adoção de novas formas de fazer design, levando a que sejam postas em prática tecnologias antes de as mesmas chegarem ao mercado. Marcas como a Ford, já referida pelo seu contributo nos desenvolvimentos iniciais do CAD, e a Volkswagen já incluem sistemas de RV e RA para melhorar o processo de design dos seus veículos.

Desde 2013 que a construtora norte-americana Ford se tem comprometido em colocar este tipo de tecnologias ao dispor das suas equipas de projeto, e desde aí a sua utilização tem duplicado a cada ano que passa. No seu Centro de Desenvolvimento de Produto, no Michigan, é onde se localiza o laboratório de RV, na qual a marca desenvolve este tipo de sistemas (Spears, 2017).

O sistema principal foi apelidado de FIVE (*Ford Immersive Vehicle Environment*), opera com base no *software* VRED da Autodesk com acesso através dos óculos Microsoft HoloLens e com a ajuda de um dispositivo apontador. Nesse espaço, o utilizador coloca os óculos de RV para visualizar o modelo virtual que se encontra no centro da sala, pode movimentar-se em redor dele, e para analisar qualquer detalhe utiliza o comando que serve de lanterna. A posição do indivíduo é medida através dos múltiplos sensores dispersos pelo local, podendo ele visualizar o exterior ou interior do veículo (Spears, 2017).

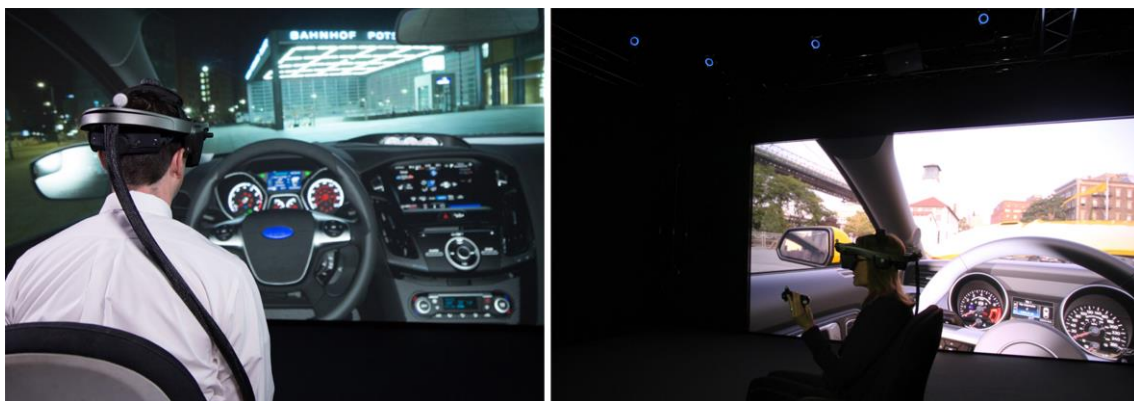


Figura 33 e Figura 34 – Utilização da Realidade Virtual no sistema FIVE, na qual o ecrã transmite a visão do operador (esquerda), e demonstração da ferramenta de análise do ambiente do veículo (direita), Ford.

Através do FIVE os designers conseguem alterar as características das várias partes do automóvel, tal como modificar os seus tamanhos, posições, cores ou materiais, usando as formas de um modelo real, esculpido em argila, como base. (Jones, 2017) Por enquanto, apenas existe a possibilidade de que um máximo de duas pessoas possam utilizar o sistema ao mesmo tempo, mas as imagens visualizadas podem ser partilhadas com quaisquer outras pessoas em tempo real. Assim, todos os envolvidos no projeto podem interagir com o mesmo produto num ambiente virtual de cooperação (Spears, 2017).

O gerente de operações técnicas de design da marca, Craig Wetzel, em entrevista à revista Wired, afirma que o futuro do design passa pela junção entre a realidade e o digital, ao mesmo tempo que aproxima engenheiros e designers pelo facto de partilharem o mesmo espaço de trabalho, independentemente das suas localizações. Isto faz com que o processo de design seja mais eficaz, reduzindo tempo e custos (Adams, 2017).

Além deste sistema principal, está em desenvolvimento um outro mais orientado para o desenho digital, mas que ainda está numa fase embrionária. O estúdio 2000X foi criado para que os designers da empresa possam desenvolver nele os primeiros esboços, já tendo em si uma vertente tridimensional, o que não acontecia antes. Usando o mesmo tipo de *hardware*, ou seja, óculos de RV e comandos, juntamente com o *software* Tilt Brush da Google, os utilizadores são transportados para um mundo digital totalmente escuro, depois é só começar a desenhar livremente à sua volta. O resultado são linhas que ficam imoveis no espaço pelo qual o designer se pode deslocar (Spears, 2017).

Porém, a Ford transportou esta tecnologia para outra área além do design, e usam também a RV de forma a melhorar as condições de trabalho dos seus funcionários de montagem. Para analisar e melhorar os constrangimentos físicos das pessoas que trabalham nas linhas de montagem, foram aplicadas 3 tecnologias que em conjunto permitem a criação de um ambiente mais eficiente e agradável (Spears, 2017).

Primeiro, a captura de movimentos, em que os trabalhadores são equipados com mais de cinquenta sensores para uma análise ergonômica completa. Os resultados são utilizados para a aplicação da segunda tecnologia, a impressão 3D, para desenvolver novas máquinas que se adaptem aos gestos dos trabalhadores. Por fim, a RV imersiva, onde se realizam testes para validar as propostas de melhoramento geradas na fase anterior (Spears, 2017).

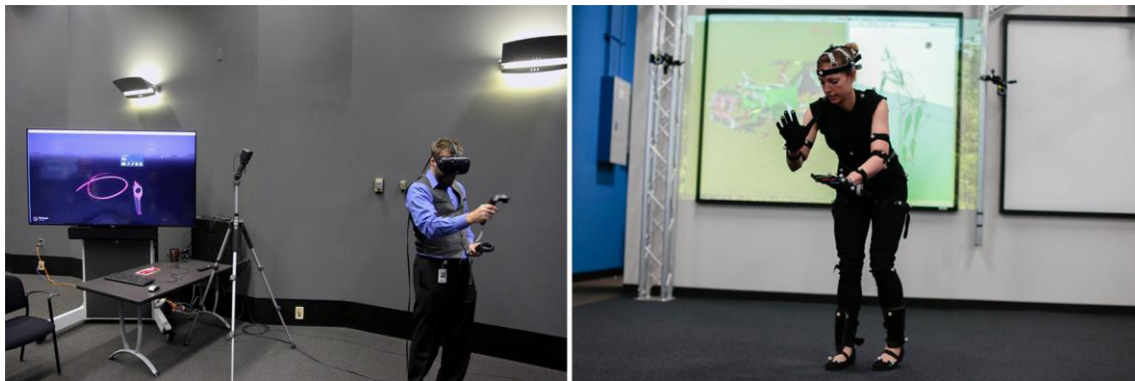


Figura 35 e Figura 36 – Demonstração do sistema de desenho 3D do 2000X (esquerda). Análise de dados ergonômicos com sensores de movimento aplicados no corpo da funcionária (direita), Ford.

Os resultados estão à vista, o número de lesões foi minimizado em 70% e os problemas ergonômicos em 90%, sendo que para alcançar esses resultados, de cada vez que um novo modelo é produzido, os técnicos procedem à análise de cerca de 900 tarefas. Assegurando a segurança e bem-estar dos seus trabalhadores. (Spears, 2017)

No grupo Volkswagen, existem desenvolvimentos em torno desta temática, mas a sua aplicação em projeto ainda não está planeada. Por enquanto o trabalho é mais direcionado para a pesquisa de soluções viáveis que possam ser incluídas no processo de design. *“Current trends are analysed, and innovations in the field of virtual technologies are*

initiated as part of ongoing research in this sector. New methods and applications are also researched and developed which are used within the various departments as part of the product creation process. The transfer of research results means that processes are sped up, costs are saved and employees are supported with digital information in their day-to-day activities”, pode-se ler no espaço dedicado às tecnologias virtuais do seu local de internet (Volkswagen, [s.d.]).

Contudo, os resultados dessas pesquisas já deram frutos, como é o caso da ferramenta de diagnóstico e suporte chamada MARTA (*Mobile Augmented Reality Technical Assistance*), especialmente criada para atuar sob o *concept* XLI, e desenvolvido em conjunto com a empresa Metaio GmbH. O propósito da mesma é auxiliar os técnicos de serviço da marca a compreender a elevada complexidade e tecnologia de topo presente no automóvel, fornecendo-lhes informações, passo a passo, explicando como devem proceder para reparar o veículo em questão. Assim sendo, a tarefa é realizada mais eficientemente e sem dificuldades para quem executa (Volkswagen, [s.d.]).



Figura 37 – Ferramenta de suporte ao serviço para o Volkswagen XLI, Volkswagen Group Research.

O procedimento consiste, em primeiro lugar, num reconhecimento do veículo, processo chamado de inicialização, através da utilização de um *tablet*. No ecrã surge a silhueta do

XL1, e o técnico terá de alinhar essa imagem com a do veículo real capturada pela câmara de filmar. Depois, é mostrado ao técnico que ferramentas necessita e qual a metodologia a seguir com a ajuda de textos e da tecnologia de RA, a qual permite a interação entre imagens reais e virtuais do automóvel (Volkswagen, [s.d.]).

O grupo alemão afirma que a razão para não utilizar a RV ou a RA durante o desenvolvimento dos seus veículos esta relacionada com a sua preferência em utilizar modelos reais. *“The reason for this is that forms, curves and geometries can be assessed more effectively using a vehicle model in reality than via a purely virtual display, particularly because virtual data is shown on conventional displays such as a monitor, where data is often scaled down in size and is not an accurate reflection of reality. Even if virtual data is shown in the correct ratios, many developers note that their perception of the data is skewed. Therefore, perception of size in virtual data continues to present a challenge and is an issue currently being researched.”* (Volkswagen, [s.d.]).

Consequentemente, a indústria automóvel está cada vez mais aplicada em criar soluções utilizando a RA, e a VW entende que, pelas características dessa tecnologia específica, se trata da que melhor se enquadra para ser posta em prática. Assim sendo, a construtora afirma que existe um especial interesse por parte da indústria automóvel em integrar uma variante da RA nos seus projetos - a Realidade Aumentada Espacial (RAE) (Volkswagen, [s.d.]).



Figura 38 – Projeção de informação virtual no modelo real através da Realidade Aumentada Espacial, CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), Volkswagen.

Figura 39 – Aplicação da RAE no processo de Design do interior do veículo: projeção de diferentes variantes de Design no modelo base real através do uso de dois projetores, CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), Volkswagen.

No ponto de vista da empresa, este ramo é o mais indicado para trabalhar com medidas à escala real. O seu modo de operar diferencia-se pelo uso de imagens projetadas num determinado modelo real, em vez de as mesmas aparecerem num ecrã. Isto possibilita uma interação mais natural entre o designer e a peça, pois a sua perceção é mais próxima da forma final da ideia, e com menos espaço para erro (Volkswagen, [s.d.]).

3.5. Aplicações comerciais/independentes

Nos últimos anos observámos uma grande aderência por parte das pessoas a sistemas deste tipo, isso porque o mercado dos dispositivos de RV tem aumentado, e consequentemente, o número de *software* para este tipo de plataforma também. Em 2015, a Google decidiu investir neste tipo de sistemas e adquiriu a Skillman & Hackett, que está por detrás do desenvolvimento do que é hoje o Tilt Brush. Este *software* de RV permite desenhar através de gestos e em 3D, podendo o utilizador alterar a sua perspetiva apenas circulando pelo espaço. (Doronichev, 2016) A imersão em ambiente virtual é assegurada pela colocação dos óculos de RV e os gestos são traduzidos para linhas ou manchas por ação dos comandos de deteção de movimentos.



Figura 40 – Demonstração do Google Tilt Brush, Google, 2016.

O *software* foi lançado na plataforma Steam em abril de 2016 com suporte para os dispositivos HTC Vive, e nessa altura foram convidados alguns artistas para irem ao *Lab* do *Google Cultural Institute*, em Paris, para testar as capacidades de desenho do Tilt Brush. Mais recentemente, o seu mercado foi alargado com a inclusão do *software* na plataforma Oculus e para os dispositivos da mesma marca (Aouf, 2016).

Em setembro de 2016, a desenvolvedora Leopoldy lançou o ShapeLab, que embora se assemelhe ao Google Tilt Brush pela sua vertente mais artística, trata-se de *software* mais direcionado para o desenho baseado na escultura (Griffiths, 2017). O utilizador seleciona um sólido e depois, com os comandos, vai modificando a sua forma até atingir a figura pretendida. A página de *internet* referente ao ShapeLab aponta-o como uma ferramenta útil para a criação de desenhos conceptuais de forma rápida e existe a capacidade de importar e exportar modelos 3D, de forma a poderem ser imprimidos (ShapeLab, [s.d.]).



Figura 41 – Visualização na primeira pessoa do uso do Leopoldy ShapeLab, Leopoldy, 2017.

No entanto, este *software* ainda está numa versão limitada, quer a nível de utilizadores como de ferramentas. Para o futuro, está previsto a inclusão de um modo que permita o seu uso por vários usuários simultaneamente, manipulação de vários objetos, realização de operações booleanas, desenho suspenso, ferramentas mais precisas e a deteção de junções (ShapeLab, [s.d.]).

A empresa não é nova no mundo das tecnologias de RV, tendo já trabalhado em sistemas personalizados para grandes multinacionais como a HP, Lowe's ou Bosh, mas agora pretende colocar todo o seu conhecimento e aptidão ao dispor de todos (ShapeLab, [s.d.]).

Citando Roland Manyai, diretor executivo da empresa, em entrevista à revista TCT, podemos entender a sua visão acerca do impacto de aplicações como esta: *“we are entering a new wave of digitization changing the way we view, design, share, manufacture and distribute products. This phenomenon has multiple layers, including 3D printing, scanning, new types of CAD software, marketplaces and supply chains. VR and AR bring whole new dimensions to how we can benefit from our new digital worlds. They provide not only fun experiences but real added value to view, modify, create products not yet produced in a real life-like environment and also to engage customers and makers in a very new way.”*

“I see three major trends in CAD software development. The first one is to offer more tools and smart algorithms for handling files for 3D print-ability. Second, there are more and more tailor-made CAD solutions to a particular problem to make or prepare digital files for manufacturing or just for presenting. Third, as more and more people joining this great new wave of digitization, tools have to be easier and it is not surprising that more and more big and small companies talk about the disruption of CAD by offering easy to use solutions. And the extra layer now is the VR that makes it very exciting for the industry and us too.”(Manyai, cit. por Griffiths, 2017)

O ShapeLab encontra-se disponível nas plataformas Steam e Viveport com suporte para óculos HTC Vive.

Tanto a aplicação da Google como a da Leopoly não estão otimizadas para a realização de modelos rigorosos, no entanto, a sua aplicação no Design de Produto pode ser validada pela capacidade de realizar desenhos de conceito, onde o que mais importa é a ideia e não a precisão (Griffiths, 2017).

Já no ano de 2017, foram lançados dois novos *software* direcionados especialmente para o desenho em design, o Seymoupowell e o Gravity Sketch.

Foi em maio, durante o Salão Automóvel de Londres, que o estúdio Seymourpowell, sediado na mesma cidade, apresentou o seu programa de desenho com base na tecnologia de RV. Apontado especialmente ao design automóvel, destaca-se pela possível cooperação entre utilizadores situados em locais distintos, quer através imersão no espaço virtual usando óculos de RV, quer através da visualização do modelo em RA através de uma aplicação para *tablet* ou *smartphone*. O estúdio destaca essa característica pois entende que esse nível de interação permite a redução do tempo que demora a projetar um carro (Aouf, 2017).

Além disso, o *software* possui a capacidade de desenhar linhas e curvas mais suaves, pois permite definir pontos guia e comandos de precisão. *"You can pick up more than one point. You can move them in different directions while placing and assessing the shape of a curve, which is essentially creating data that I can export to a modeler and use to build different models from"*, explica Richard Seale, dirigente de design automóvel da Seymourpowell, no vídeo disponibilizado na plataforma Youtube pela empresa (Seymourpowell, [s.d.]).

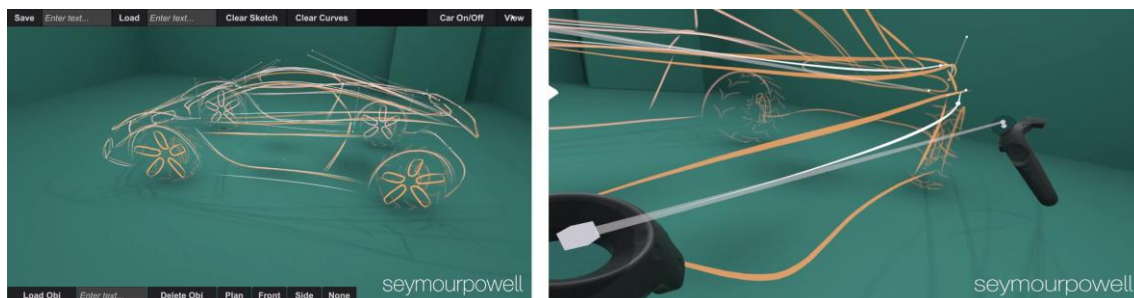


Figura 42 e Figura 43 – Automóvel desenhado na aplicação Seymourpowell(esquerda). Pormenor da manipulação de linhas através dos pontos de controlo na aplicação Seymourpowell (direita).

Este *software* permite ainda a duplicação de partes, útil para criar simetrias ou estudar variantes, a criação de linhas spline²³, e oferece a vantagem de se poder ter uma visão do

²³ "A spline is a smooth curve that passes through or near a set of points that influence the shape of the curve." About Splines | AutoCAD | Autodesk Knowledge Network - [Em linha] [Consult. 11 out. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<<https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/AutoCAD-Core/files/GUID-58316136-30EB-499C-ACAD-31D0C653B2B2-htm.html>>.>

produto em escala real durante a fase de conceptualização, de modo a que tudo esteja em conformidade desde cedo. No fundo, é também uma junção de várias áreas em torno do design de produto, neste caso, o design de automóveis. *"What we needed was something that was specifically a design tool for 3D drawing and modelling. Because we're sketching at full-scale it means that we can evaluate the stance and proportion of the car live. Design is an iterative process, we needed a functionality where we could place variations of the work we're doing and assess them next to each other, and then you can move from sketch lines into a spline tool. (...) This is the ultimate design tool, because it blurs the boundaries between styling, 3D CAD, clay modelling and engineering"*, diz Seale (Seymourpowell, [s.d.]).

O *software* suporta os óculos HTC Vive, acrescentando-lhes um sensor de profundidade para um melhoramento do controlo sobre o desenho. Em termos de acessibilidade, o mesmo ainda não se encontra disponível no mercado (Sheth, 2017).

Do passado deste estúdio fazem parte outros projetos que envolvem o uso de novas tecnologias, das quais se destaca o desenvolvimento do Fairphone - primeiro telemóvel inteligente modular, e a colaboração com empresas como Jaguar Land Rover, Ford, Samsung, Korea Telecom, Flytojet, entre outras (Seymourpowell, [s.d.]).

Presente no mercado está sim o Gravity Sketch VR, embora em versão de acesso antecipado, de modo a recolher informações dos utilizadores para melhorar a aplicação, o mesmo já se encontra disponível na plataforma Steam.

Este programa foi desenvolvido por três formandos do Royal College of Art, em Londres, que se juntaram em 2014 para fundar a *startup* Gravity Sketch. O objetivo de Guillaume Couche, Daniela Paredes Fuentes e Pierre Paslier e Oluwasevi Sosanya passava pelo desenvolvimento de alternativas que diminuíssem a dificuldade de criar modelos 3D. Já por essa altura a equipa visualizou que no futuro os designers poderiam utilizar as novas tecnologias virtuais para desenhar, e essa ideia acabou por se tornar numa tendência atual. Já aqui falamos do projeto da Google, que acabou por ser um dos pioneiros a colocar no mercado esta forma de interação entre humano e digital, e o facto de ser uma empresa com tamanha relevância no mundo do desenvolvimento tecnológico a lançar um produto deste tipo faz com que o alcance seja maior (Morby, 2016).

Durante o processo de criação do que é hoje o Gravity Sketch VR (GSVR), surgiu uma outra forma de desenhar: O Gravity. Trata-se de um *tablet* que servia de base de para que com uma caneta específica se desenhasse tridimensionalmente sobre o mesmo, com recurso à tecnologia de RA. Esse projeto foi desenvolvido enquanto ainda estudavam e foi apresentado em 2014 na exibição *Work in Progress* promovida pela mesma instituição, além disso, está em curso o registo da sua patente (Winston, 2014).

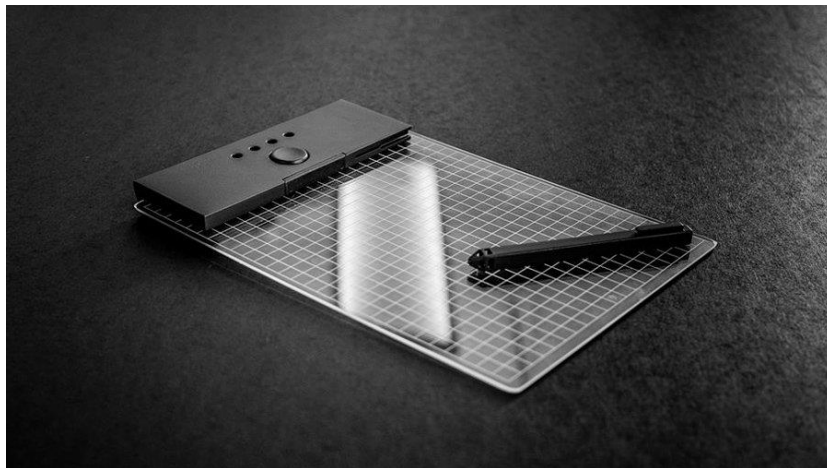


Figura 44 – Gravity, Gravity Sketch, 2014

Durante dois anos, a equipa sofreu alterações, pelo que agora é composta por Daniela Paredes Fuentes, Oluwaseyi Sosanya e Daniel Thomas, mas mantendo o objetivo de encontrar a solução desejada. Assim, em 2016, surge o anúncio do GSVR, aumentando bastante a capacidade de desenho em relação ao projeto anterior, e fazendo jus à convicção dos membros da equipa em conceber uma forma melhorada de desenhar em 3D. Este novo projeto, ao contrário do anterior, permite a imersão em RV, a interação com múltiplos utilizadores e a capacidade de exportar os desenhos para outros *software* mais tradicionais como o Rhino3D.

Seguiu-se uma fase de testes para avaliar o desempenho do *software*, para a qual foram convidados cerca de cinco centenas de artistas e designers. Com base nas impressões recolhidas foram resolvidos os erros mais significativos, viabilizando que, em janeiro de 2017, uma versão de teste do programa fosse lançada na Steam (Morby, 2017). Esse lançamento precoce destinou-se à recolha de dados de uso, abrangente a mais pessoas,

isto para que os desenvolvedores possam entender melhor a interação dos utilizadores com o GSVR. O foco principal recaiu sobre a análise de casos de design automóvel e de produto, justificado pela elevada necessidade que esses ramos do design têm em utilizar o desenho 3D durante os projetos (Tucker, 2017).

“A great example of this is the curve surface tool, which was inspired by clay modelling in the automotive industry. Sculptors will often use a thin piece of metal and bend it with both hands as they scrape clay across a surface to find form. We created our digital tool in the same manner using a virtual piece of metal and two-handed gesture, allowing users to extrude surfaces and manipulate them after”, disse Oluwaseyi Sosanya à revista Dezeen (Tucker, 2017).

Explicando ainda que *“unlike other artistic VR creation tools, Gravity Sketch is focused on workflow for creative professionals and bases the creation of geometry in non-destructive solid modelling. Designers, architects and engineers can create quick 3D mock-ups of ideas and seamlessly bring them to more complex CAD software. We are a small team with big ambitions. We have developed a ton of great features ready for everyone to use and enjoy, but we have a big vision for where we want to take things in 2017 and are sharing the software in its current state in order to gain a deeper perspective on the various types of users and their needs”* (Morby, 2017).



Figura 45 – Geração de superfície através do uso dos comandos de detecção de movimentos no Gravity Sketch VR, Gravity Sketch, 2017.

Em agosto, uma versão final chega à mesma plataforma de venda de *software*, mas como referido anteriormente, em regime de acesso antecipado. *“Gravity Sketch is already a fully functional 3D creation tool. We have tested with hundreds of users prior to entering early access and their feedback and ideas have already helped shape the application. We are at a crossroads; continue developing in the dark or open up our development to feedback from everyone. We have chosen to open the software now as this will allow us to develop in a way that: best considers the needs of our users, their future applications of the tool and identify which tools to prioritize in the development. This early access version is very stable and allows you to export and import sketches and models. Users can use all of the core features of the software as well as some features that are still experimental or in early development”*, refere a empresa na sua página de venda na Steam (GravitySketch, [s.d.]).

A atual versão já possui todas as ferramentas base, mas outras mais então na lista para serem aplicadas, dependendo das necessidades dos utilizadores. Destaca-se a capacidade de desenhar livremente, modificar superfícies, dimensões ou alterar o modelo com base no controlo por pontos (GravitySketch, [s.d.]).

Em termos de *hardware*, o GSVR é compatível com dispositivos HTC Vive e em breve com Oculus Rift, com o *input* a ser realizado por via de comandos de detecção de movimento. Apesar deste tipo de *hardware* ainda não ser muito comum, o objetivo desta equipa é que o desenho 3D alcance cada vez mais público, devido à fácil aprendizagem dos sistemas de RV relativamente ao CAD. Ainda são poucos os estúdios de design a utilizar este método, mas com a expansão desta tecnologia, a empresa aposta que a mesma poderá mudar a forma como se faz design, inclusive vir a substituir o desenho em 2D (Dawood, 2017).

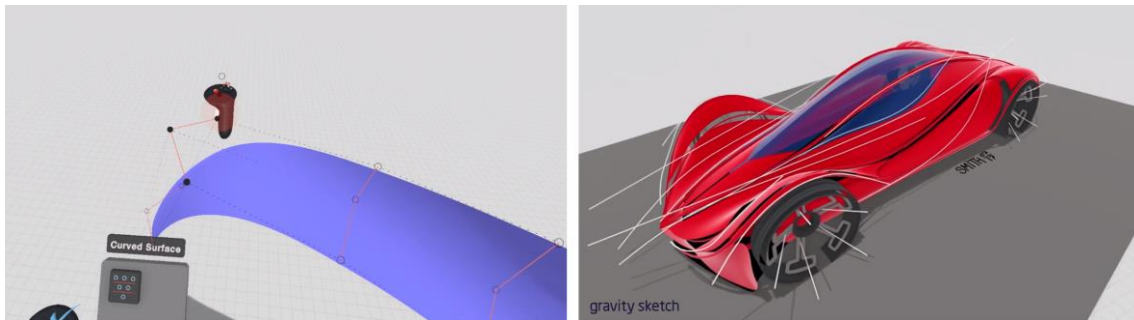


Figura 46 – Modificação de superfície no Gravity Sketch VR, Gravity Sketch, 2017.

Figura 47 – Desenho de automóvel no Gravity Sketch VR, Gravity Sketch, 2017.

"There has been loads of effort put into creating hardware that allows for a more human touch, but nothing has really taken off or has come close to eclipsing the mouse," "What AR and VR allows is the complete removal of the perspective interpretation our brains must do when we work in 3D through paper and 2D screens," diz Sosanya. (Tucker, 2017) Acrescentam-se ainda as palavras de Daniela Paredes Fuentes ditas à revista Designweek: "Over the last 50 years, to create 3D digital content, people have been using complex, technical CAD software developed for mouse and keyboard and heavily based on maths and logic, leaving no space for creativity and freedom. Gravity Sketch takes advantage of immersive technologies to allow the user to create 3D content in an easy and intuitive way by using gestures in real space" (Dawood, 2017).

A *startup* pretende que se encurte tempo ao deixar de ser necessário desenhar em 2D, e que as ideias sejam transpostas para a realidade mais natural e eficientemente. Além disso,

consideram que com o acesso a esboços 3D será mais fácil compreender e avaliar o produto em causa (Dawood, 2017).

4. Desenho aplicado ao projeto

4.1. Fundamentos dos desenho

Desde o início dos séculos que o desenho tem sido usado com as mais diversas finalidades. O desenho aplicado a um projeto começou a desenvolver-se através dos egípcios, que desenhavam para projetar as ferramentas de lavra. Mais tarde os gregos introduziram a geometria e algumas projeções. Na idade média surgem os desenhos de mecanismos e no renascimento a ideia de perspetiva (Pipes, 2007, pp. 28–30).

Tanto a arte como a arquitetura fizeram com que se criassem novas abordagens e teorias sobre o desenho. Já antes do primeiro século se realizavam desenhos em forma de planta para projetar edifícios, e embora tenham sido suficientemente entendíveis para quem realizava até os maiores monumentos, a verdade é que só durante o século XVIII se começaram a desenhar as estruturas verticais dos edifícios, mais conhecidos como alçados. Essa técnica foi depois introduzida na engenharia mecânica ao dar-se a Revolução Industrial. Outras técnicas se seguiram, tal como a geometria descritiva em 1795 por Gaspard Monge, e a projeção ortogonal em 1857 por William Binns (Pipes, 2007, pp. 28–31).

Uma das consequências da Revolução Industrial foi o início da produção em massa, e como tal, nesse novo arquétipo de produção era indispensável a utilização de desenhos para explicar o produto em causa. A praticabilidade do papel foi também umas das características que levou a que o mesmo servisse como objeto de avaliação antes de se realizarem protótipos (Pipes, 2007, pp. 32–33).

Durante o início do século passado foram aprovados padrões para a realização de desenhos de engenharia em algumas zonas do mundo. Essas normas referiam-se aos formatos das folhas, perfil do traçado, tamanho do tipo de letra e a inclusão de alguns símbolos para sinalizar peças de encaixe (Pipes, 2007, pp. 33–35).

Quanto aos designers, nos seus desenhos utilizavam as regras que mais lhes agradavam, mas em alguns casos existia a necessidade de criar uma metodologia padrão, e assim, algumas empresas criaram as suas próprias predefinições e coagiam os designers a trabalhar com elas (Pipes, 2007, pp. 34–35).

Nas últimas décadas o desenho ficou marcado pelo aparecimento dos dispositivos computacionais. Além de ter sido a base do surgimento do CAD, também grande parte do desenho analógico no presente é realizado diretamente em computadores, e mesmo aquele que é feito em papel depois é digitalizado e refeito em ambiente virtual. A introdução dessas inovações alterou bastante a forma como se desenha e como esse desenho é apresentado, com principal destaque para a qualidade superior e para o ensinamento mais fácil de adquirir (Pipes, 2007, p. 35).

Durante o processo de design o desenho requer diferentes abordagens. Ao longo desse trajeto o nível de rigor e conhecimento necessário é também crescente. No início, o mais importante é a geração de o maior número de ideias possíveis, através de desenho rápidos, simples e que transmitam a ideia geral do conceito. Nessa fase o designer não se deve preocupar com o rigor, mas sim com a expressão de visualizações que ele tem em mente. Mas ao mesmo tempo que se vão selecionando as ideias com mais potencial, é imprescindível a realização de desenhos mais rigorosos e comunicativos, até que quando já existe um produto final são necessários desenhos com todas as informações detalhadamente descritas para uma interpretação mais fácil por parte da indústria de produção (Pipes, 2007, pp. 44–45).

O que se espera deste processo é que o designer apresente imagens do produto projetado de forma legível, mas como a leitura de um desenho pode variar de pessoa para pessoa, são utilizadas técnicas de representação que possibilitam uma leitura geralmente entendida. Numa fase inicial não existe essa preocupação, mas depois a comunicação é mais fácil utilizando certos métodos (Pipes, 2007, pp. 44–45).

O desenho em perspectiva é um desses métodos. Este sistema começou a ser estudado nas civilizações grega e romana, mas foi no renascimento, pela mão de figuras como da Vinci, Piero della Francesca e Albrecht Dürer, que esse estudo foi mais profundo. A técnica permite criar desenhos do objeto como se estivesse a ser visto na realidade, e em design

de produto pode ser utilizado para comunicar numa fase de seleção a ideia com os demais interessados (Pipes, 2007, pp. 45–46).

Em termos de percepção métrica, a maioria deste tipo de projeções é mais compreensível pois as medidas são mantidas apesar do ângulo de visão, não existindo pontos de fuga. O exemplo mais conhecido é talvez o da perspectiva isométrica, introduzida por Sir William Farish no ano de 1820 e que serviu de base para o desenvolvimento da projeção ortogonal (Pipes, 2007, pp. 51–53).

A projeção ortogonal surge como outra alternativa para representar um produto. É conseguida através da projeção das várias faces desse produto em planos situados nos eixos x, y e z. Nesses planos, que podem ser imaginados como um cubo onde no seu interior é situado o produto, fica registada a silhueta da peça em causa. Como o resultado da projeção é apenas em forma de linhas, contínuas ou tracejadas, a comunicação de faces orgânicas fica comprometida. Nesses casos, o designer precisa de realizar mais desenhos seccionais do produto esclarecendo a forma que as curvas possuem. Outras mais variações foram utilizadas em design, tal como a axonométrica, uma junção da anterior com a dimétrica e trimétrica, e também a oblíqua (Pipes, 2007, pp. 51–55).

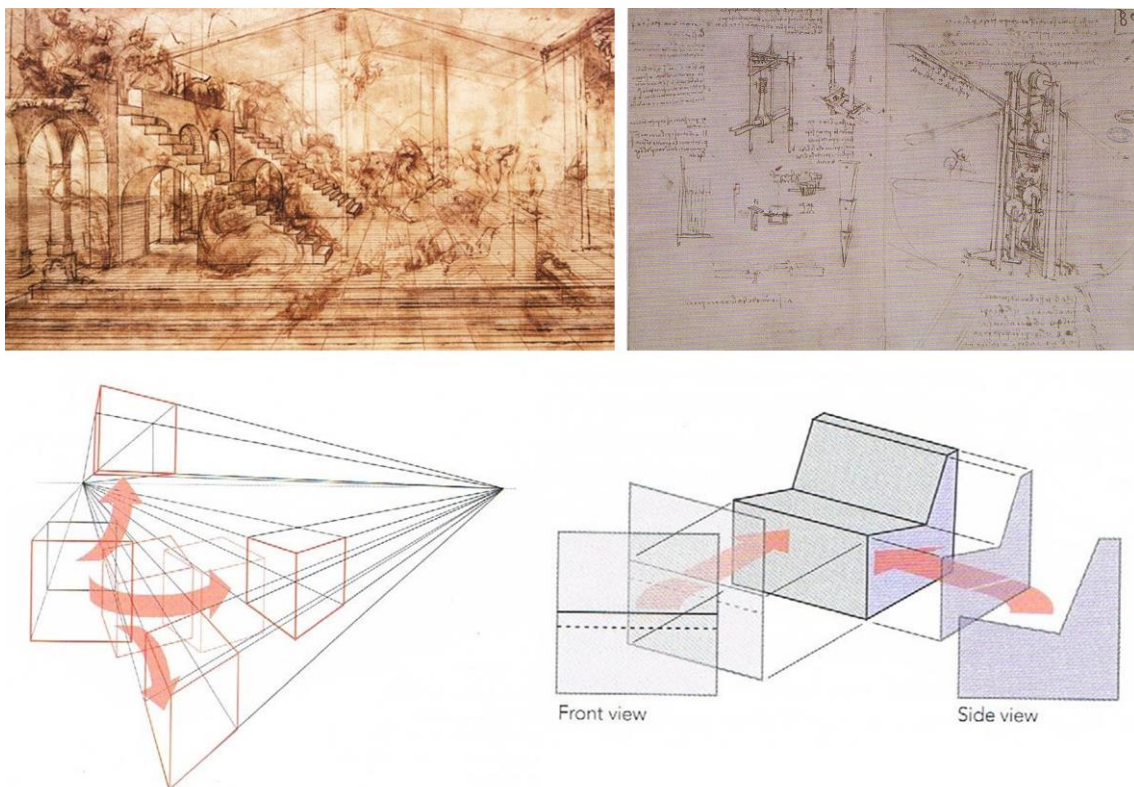


Figura 48 – Desenho em perspectiva, Leonardo da Vinci, 1481.

Figura 49 – Estudo da máquina voadora realizado por Leonardo da Vinci. Esquisso com anotações, vistas explodidas e secções de corte para estudo do seu funcionamento. Nota-se uma aproximação ao que viria a ser a projeção ortogonal.

Figura 50 – Cubo em perspectiva: quando o mesmo é movido da sua posição paralela passa a necessitar de um segundo ponto de fuga, criando um efeito mais dinâmico.

Figura 51 – Objeto em perspectiva isométrica e projeção ortogonal das suas vistas frontal e lateral.

Outro dos métodos pode ser alcançado pela representação do produto de forma a que se entenda o seu funcionamento, e que consiste na visualização de detalhes e disposição de peças interiores através da realização de um desenho de corte na peça. Para isso basta utilizar uma das projeções ortogonais, dependendo essa escolha da fisionomia do produto, e dividir a peça, por norma, em dois. No caso de existirem detalhes que não estejam ao alcance da compreensão, são acrescentados novos desenhos com outro ângulo de visão além daqueles característicos da projeção ortogonal (Pipes, 2007, p. 56).

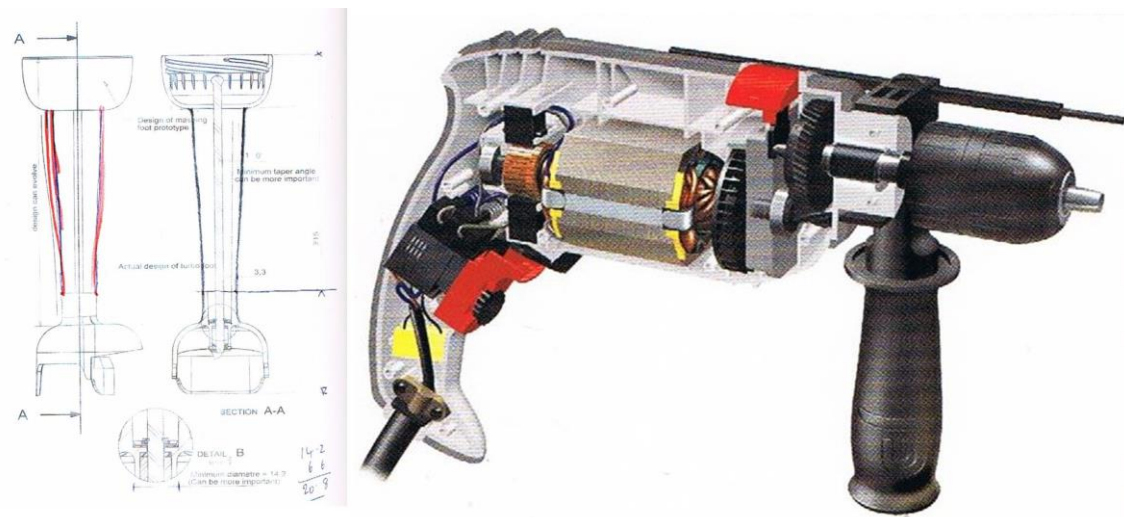


Figura 52 – Desenho de corte do Moulinex Robot Marie realizado analogicamente por George Sowden.

Figura 53 – Desenho de corte de um martelo perfurador onde se combina o desenho analógico com o digital.

O uso de inúmeros planos foi descartado em virtude da possibilidade de ter todos os dados necessários para a maquinação de um produto inseridos num simples ficheiro. Essa tecnologia veio modificar os limites no desenvolvimento dos produtos ao possibilitar a criação de superfícies muito mais orgânicas, além de que deixou de existir a necessidade de realizar todos esses desenhos em forma de plano (Pipes, 2007, pp. 56–57).

Como já pudemos constatar, o CAD trouxe inúmeras vantagens ao processo de design, principalmente ao desenho em design. Algo que demorava meses passou a ser feito em semanas ou até dias, e o que era realizado por vários indivíduos com especialização numa certa tarefa, encontra-se agora sob alçada do designer, o que afeta diretamente o resultado final do projeto. Muitas das vezes o produto final diferia do projeto porque aquilo que o designer realizava não era totalmente factível em termos de produção. Em alguns casos, o resultado eram superfícies assimétricas e curvas diferentes daquelas que o designer tinha em mente (Pipes, 2007, pp. 57–60).

A única forma que existia de visualizar um produto sem que o mesmo estivesse finalizado seria por intermédio de uma maquete ou de um protótipo. As maquetes ainda hoje são utilizadas para testar aspetos fundamentais dos produtos, embora a sua realização possa implicar um investimento de recursos por vezes considerável. O CAD possibilita uma

visualização do objeto simulado tridimensionalmente ao qual dificilmente se tinha acesso por via de maquetes, e sem gastos dispendiosos. Um dos pontos negativos dessa visualização é o facto de ser transmitida através de um monitor de computador, bidimensional, mas a tendência é que se desenvolvam e utilizem outras tecnologias que venham viabilizar a projeção do produto em ambiente digital (Pipes, 2007, pp. 57–60).

Relativamente à tecnologia CAD, podemos dividi-la em duas tipologias de modelação. Por um lado, temos os modeladores especializados em gerar superfícies, que têm nas indústrias aeroespacial e automóvel a sua maior usabilidade devido à imposição aerodinâmica que esse tipo de produtos requer. Por outro, em casos onde os produtos se caracterizem por formas geometrizadas, existem os modeladores de sólidos (Pipes, 2007, pp. 56–61).

Embora os modeladores de superfícies possibilitem simular visualmente um produto sólido, na prática, os verdadeiros modeladores de sólidos oferecem uma maior quantidade de informação além da aparência. Ao desenhar um sólido verdadeiro, ao invés de superfícies, essa peça passa a compreender características que se assemelham bastante a um suposto protótipo real. Valores acerca da sua massa, volume, centro de gravidade, encaixes, funcionamentos e até de resistência podem ser calculados a partir desse modelo (Pipes, 2007, pp. 56–61)

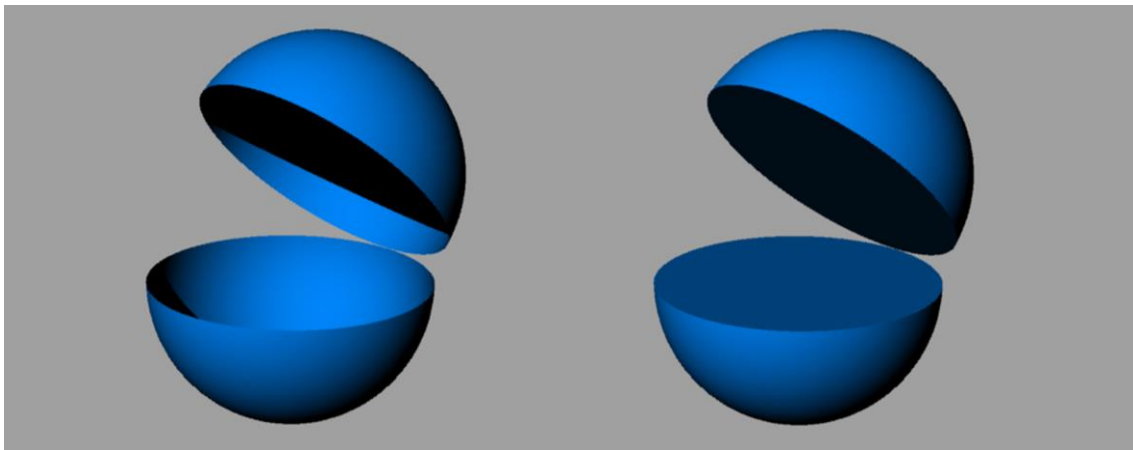


Figura 54 – Modelo de superfície e modelo sólido, Rhino3D 5.

Todavia, cada vez mais certas características dos modeladores de superfícies se vão fundindo com os modeladores de sólidos, onde funcionalidades são partilhadas para gerar todo o tipo de objetos e consequente informação (Pipes, 2007, pp. 64–65).

No entanto, ainda existia um certo constrangimento em modificar um modelo 3D, por pouco que fosse o desvio pretendido. Isto porque até à relativamente pouco tempo, quando se desejava alterar um valor métrico de alguma peça ou modelo, era preciso praticamente começar do zero. Com a introdução de tecnologias paramétricas²⁴ no CAD já não é necessário antecipar os passos a tomar de forma tão minuciosa. Posto isto, podem-se alterar valores relativos a determinada medida visto que o modelo irá adaptar a sua forma aos dados introduzidos. No entanto é preciso ter o cuidado de verificar o resto da peça ao alterar os valores, para evitar que os ajustes não afetem indesejadamente outras zonas (Pipes, 2007, pp. 61–65).

4.2. Convenções do desenho

O desenho aplicado a certas áreas, incluindo o design de produto, baseia-se no seguimento de práticas já definidas pelo conjunto de pessoas que o utilizam como linguagem. Dessa forma, os designers conseguem comunicar as suas ideias entre si e com outros intervenientes, através de técnicas desenvolvidas durante séculos, muito antes de existir o que hoje se designa como design de produto (Henry, 2012, p. 52).

As técnicas abordadas são aplicadas durante praticamente toda a fase de desenho no processo de desenvolvimento de um projeto, e caracterizam-se pela metodologia percetual das mesmas. Em design de produto, foram vários os métodos adotados para representar um produto de modo a ser entendido de forma clara, e aos quais nos podemos referir como projeções (Henry, 2012, p. 52).

De todas as diferentes projeções existentes, algumas delas possuem características que permitem ao designer atingir o objetivo mais facilmente, e por isso são as mais utilizadas

neste meio. Falamos novamente da projeção ortogonal, da representação isométrica, da perspectiva e da secção de corte (Henry, 2012, p. 52).

Para ajudar em alguns desses casos, principalmente na representação em perspectiva, foi desenvolvido outro método que ajuda bastante a entender o funcionamento deste sistema: a grelha. Apesar de a sua utilidade ser bem mais antiga, foi desde a época do renascimento que esta técnica de apoio tem sido utilizada para melhor desenhar este tipo de vista, principalmente atuando na área da arquitetura. Atualmente, a grelha é utilizada pelo designer em qualquer suporte de desenho, seja durante os primeiros esboços feitos analogicamente, em papel ou em formato digital, ou na modelação 3D como parte integrante dos sistemas CAD (Henry, 2012, p. 54).

A sua melhor aplicação poderá ser na fase de ideação, na qual a rapidez é tida em conta, e onde o designer poderá ter mais dificuldades em transpor para a folha de papel, ou monitor, a forma que deseja dar à superfície do produto. No entanto, a grande parte das aplicações de desenho manual para computador possuem ferramentas de ajuda nesse âmbito, e isso torna-se noutra grande vantagem a seu favor. Com o tempo, o designer acabará por desenvolver a capacidade de visualizar o objeto em perspectiva e a dependência deste método de marcação do espaço será eventualmente menor (Henry, 2012, pp. 55–56).

No caso do CAD, é utilizada uma grelha expandida para abranger a totalidade do espaço. Isto significa que, ao contrário da grelha anteriormente referida, que trabalha com duas dimensões situadas sobre os eixos perpendiculares x e y , referentes às abcissas e ordenadas respetivamente, é usada a grelha desenvolvida por René Descartes que inclui o eixo z , paralelo aos outros dois, e que adiciona tridimensionalidade ao plano. Ambos os exemplos ficaram conhecidos como sistema de coordenadas cartesiano, com as variações de duas ou três dimensões (Henry, 2012, pp. 55–56).

O mesmo método de mapeamento do espaço pode servir igualmente para expor os contornos das superfícies curvas em casos onde essa perceção possa ser confusa. O que acontece é que quando se desenha uma superfície desse tipo, por vezes torna-se complicado distinguir a forma que ela assume. Para esclarecer esse assunto, o designer pode recorrer à criação de sombras por via tonal, ou através deste método, que é como se

uma grelha fosse projetada na superfície curva revelando o seu boleado (Henry, 2012, p. 99).

Em relação ao CAD, existe a possibilidade de visualizar o produto segundo ambas as técnicas, mas definitivamente que a grelha *wireframe*, como é conhecida, oferece melhores condições na altura da criação do modelo 3D. Tudo porque a sua transparência permite trabalhar o objeto em qualquer vista (Henry, 2012, p. 99)

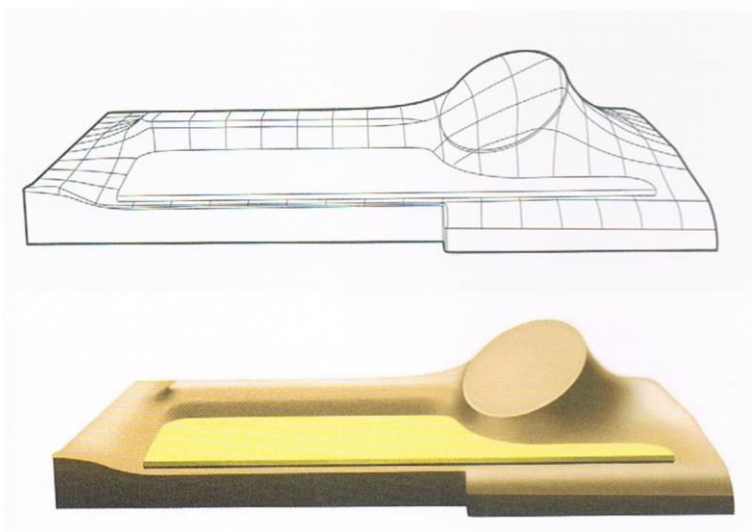
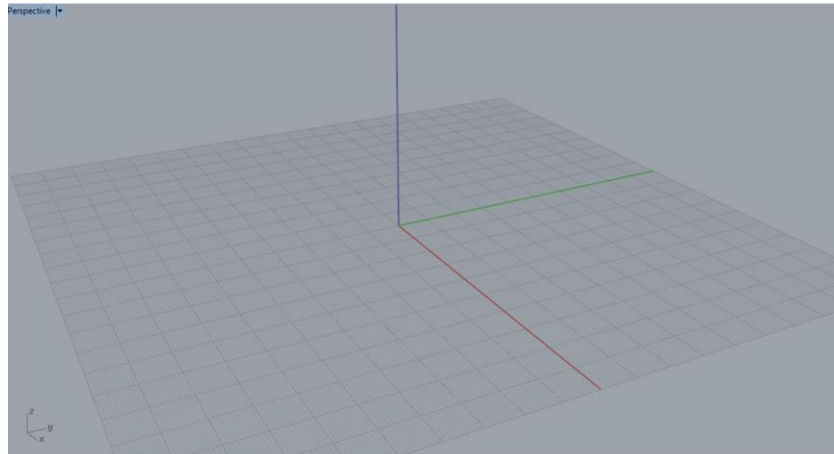


Figura 55 – Sistema de coordenadas cartesiano presente no Rhino3D 5.

Figura 56 – Ilustrações em wireframe (cima) e com tratamento de cor (baixo) da parte superior do terminal TCV 250 de Mario Bellini.

Contudo, existem diferenças entre as características da *wireframe* no desenho manual e no CAD. Como no *sketching* o objetivo se prende com o comedimento de recursos, a

aplicação da grelha serve o propósito de, em certa forma, antecipar os passos a seguir na fase de modelação. Desse modo, acaba por ser uma versão bastante mais simples do que aquela apresentada no CAD, mas que deve permitir visualizar igualmente a forma geral do produto de forma a facilitar a transição entre essas dimensões (Henry, 2012, p. 106).

A utilização da *wireframe* não serve só para satisfazer a questão do discernimento, em 3D tem o propósito bem mais importante de possibilitar a legibilidade do modelo nos diferentes programas. Através dessa rede que contém toda a informação geométrica, as superfícies que sejam desenhadas, por exemplo, no programa Rhino 3D, podem ser lidas pelo concorrente SolidWorks ou pelos demais *software* deste tipo (Henry, 2012, p. 106).

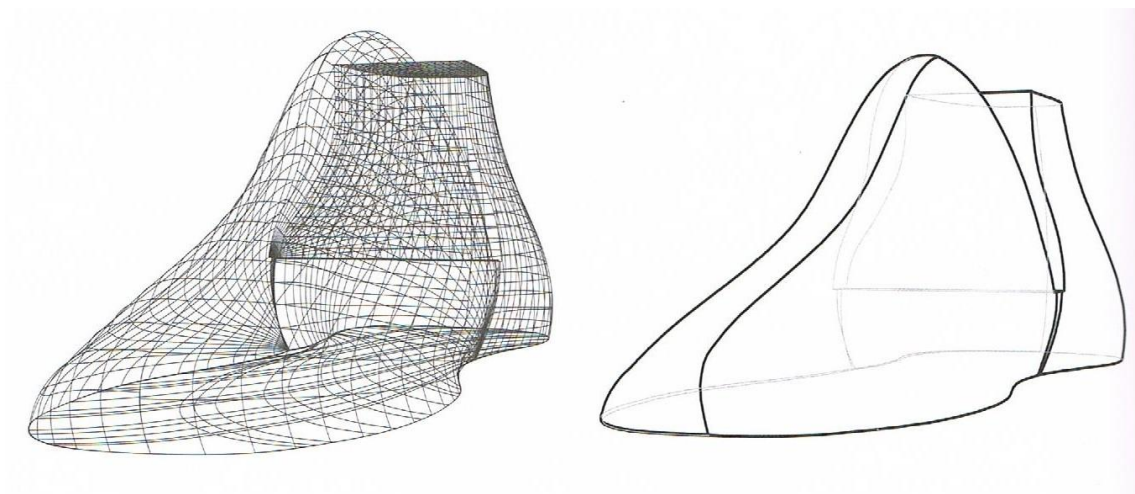


Figura 57 – Wireframe de um modelo criado no Rhino3D (esquerda) e a versão do mesmo modelo depois de importado no SolidWorks (direita).

4.3. Sketch e CAD

As semelhanças entre o desenho manual e o CAD são maiores do que as que aparenta ter, na verdade, toda a fase de desenho deve resumir-se a uma sucessão de técnicas que, neste caso, levam à criação de um produto. Como já foi abordado, na modelação existem dois tipos de programas, os de superfícies e os de sólidos, mas embora o modo de operar seja distinto, os resultados alcançados podem ser idênticos (Henry, 2012, p. 103).

Algumas dessas operações, que são tidas como comuns em qualquer modelador 3D, partilham muito das suas ideias com o ato de esquisar. Observemos, como exemplo, alguns dos principais comandos destes *software*:

- *Extrude* – tal como o nome indica é uma extrusão, e é utilizado para transformar um desenho 2D em um objeto 3D. Se tivermos um perfil quadrangular, e daí criarmos uma superfície, ao utilizar este comando nessa superfície, a mesma irá gerar um paralelepípedo reto, ou um cubo, dependendo da medida inserida. O mesmo se aplica a outras formas. As limitações são algumas em termos da peça final, mas existem exceções, onde é possível que a largura da nova base varie proporcionalmente à distância da extrusão;

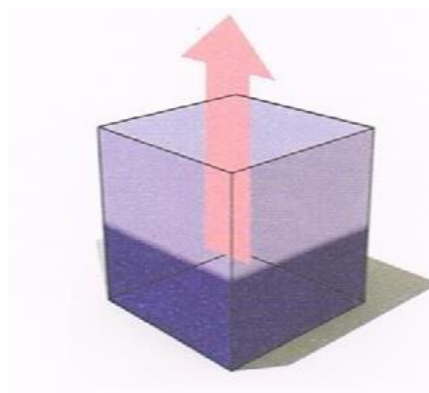


Figura 58 – Extrude

- *Revolve* – este comando consiste na rotação de um plano 2D em torno de um eixo, e daí resulta uma figura 3D. Neste caso varia o ângulo da rotação, em que um valor de 360° dá origem a uma forma totalmente fechada, como o famoso exemplo do cálice de Paollo Uccello;

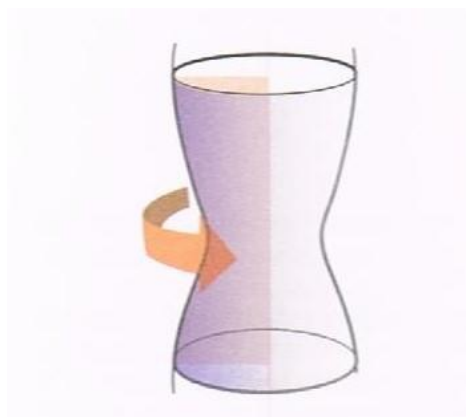


Figura 59 - Revolve

- *Sweep* – a ideia aqui é que o desenho 2D, em perfil ou preenchido, seja projetado ao longo de uma linha de trajetória. O resultado poderá ser uma superfície aberta ou fechada, tal como um tubo ou uma barra, respetivamente;



Figura 60 – Sweep

- *Loft* – neste caso o objetivo é unir vários círculos dispostos intervaladamente no espaço, sendo que a superfície, ou sólido, altera a sua forma de acordo com os perfis dos desenhos 2D. O resultado é particularizado pela suavidade dos contornos entre as várias secções, sendo este um método que pode ser aplicado quando se têm em consideração fatores ergonómicos.



Figura 61 – Loft

Ao se assimilar estes procedimentos, também o desenho manual se torna mais fácil com a aplicação da metodologia usada nestes comandos. Posto isto, reparamos que existe uma ligação entre o desenho manual e o CAD em que ambos se favorecem mutuamente. No caso da modelação, é necessário o desenho manual para antecipar o produto antes de

chegar a essa fase de maior rigor e em que o mesmo precisa de estar num elevado grau de decisão. (Henry, 2012, pp. 103–104).

Se invertermos os sentidos, a modelação também pode ajudar bastante o desenho manual através das técnicas operativas que utiliza para gerar figuras, como já vimos nos exemplos anteriormente apresentados (Henry, 2012, p. 104). E em todos eles é visível o papel que a geometria tem nesta associação entre as duas tipologias, uma vez que os conhecimentos sobre esta área ajudam bastante na criação de figuras em ambos os casos. Ou seja, quer na tarefa de tornar os desenhos manuais plenamente compreensíveis, quer na influência da escolha dos comandos a utilizar para criar o modelo tridimensional (Henry, 2012, p. 133).

Depois desta análise, podemos constatar que os diferentes tipos de desenho possuem uma ligação importante, e em conjunto tornam o processo de design de um produto muito mais rápido. E segundo a opinião do autor, embora a tecnologia evolua a passos largos, e existam tentativas de criar um *software* que albergue ambos os tipos de desenho, muito dificilmente o desenho manual é retirado do desenvolvimento de projeto (Henry, 2012, p. 104).

4.4. *Rendering*: analógico e digital

Como já foi referido, desde o início dos séculos que o desenho tem sido utilizado como auxiliar da idealização projetual em várias áreas, e no design industrial não foi diferente. Até à relativamente pouco tempo, esse foi o único meio que os designers e os demais integrantes de projeto tinham para registar, conceptualizar e comunicar ideias uns com os outros. E além disso, esse repassar de informação não era, nem de perto, tão simples como é hoje, na qual as novas tecnologias de informação possibilitam uma maior autonomia ao designer, criando-lhe condições para assumir praticamente todos os passos do desenvolvimento de um produto (Henry, 2012, p. 163).

Como o resultado de cada fase é apresentado maioritariamente através de desenhos ou imagens, é normal que esse aspeto tenha sido constantemente melhorado. Por consequência, grande parte do desenho realizado manualmente foi assumido por simuladores em formato digital, como o Adobe Photoshop ou o Autodesk Sketchbook

Pro. As vantagens em usar este tipo de ferramentas nas fases seguintes à da idealização, onde já observamos que o desenho analógico é mais prático, são visíveis em variados aspectos (Henry, 2012, p. 163).

Ao operar um computador ou *tablet* para produzir desenhos que requerem um maior rigor existem ferramentas que ajudam a conseguir as linhas desejadas e, sem alterar o dispositivo riscador, consegue-se ter todo o tipo de canetas e marcadores apenas recorrendo às opções oferecidas pelo *software*. É possível também alterar um desenho digital em qualquer altura, sejam cores, texturas, opacidades, desde que seja aplicada a técnica do *layering*, em que cada passo é realizado numa camada diferente, assim, esses valores podem ser modificados posterior e individualmente (Henry, 2012, p. 163).

5. Fases de desenho no projeto

5.1. Introdução do desenho em design

O desenho em design serve como ferramenta tanto de análise como de tradução de ideias. É através dele que os designers exprimem os seus pensamentos, ideias e soluções a implementar no produto que estão a desenvolver. Mas o desenho serve também como ferramenta de comunicação, principalmente entre os elementos da equipa de design, ou então para expressar essas ideias a elementos de outras equipas ou até clientes (Pipes, 2007, p. 16).

Embora o desenho utilizado pelos designers utilize técnicas variadas, a verdade é que existe um estilo que permite distingui-lo do de um arquiteto ou de um engenheiro. As características são evidentes na forma com que o desenho é apresentado, em que se prioriza a perceção por parte de quem está a visualizar de forma a que todas as pessoas percebam o desenho de igual forma. Nesse ponto de vista, é uma mais valia para o designer possuir certas qualidades na realização de esboços para que consiga transmitir claramente a sua ideia aos demais interessados (Pipes, 2007, p. 16).

Nem sempre o desenho foi utilizado da mesma forma, em tempos era algo que se realizava porque existia a necessidade disso, hoje em dia essa atividade é vista como prazerosa. No entanto, é necessário interiorizar conceitos de geometria e também de perspectiva para que os resultados alcancem os objetivos referidos anteriormente. A quantidade de ferramentas que temos ao nosso alcance são também um impulso enorme ao desenho, tanto analógico como digital (Pipes, 2007, p. 16).

O desenho assistido por computador, mais conhecido pelo termo CAD, tornou-se ultimamente numa ferramenta que permite gerar imagens bastante aproximadas daquilo que o produto vai ser, e que em alguns casos veio substituir o desenho analógico. O designer ganhou o poder de controlar a sua peça desde o início ao fim do projeto, tornando-se o responsável pela completude da mesma. Apesar da cada vez maior intervenção do CAD em qualquer uma das fases de projeto, existem ainda processos em que essa tecnologia não consegue substituir o desenho analógico. Mas no geral a modelação computacional veio transformar tarefas difíceis em fáceis, onde erros são corrigidos sem recorrer a operações dispendiosas, e com o qual a indústria pode trabalhar apenas com o acesso a um ficheiro digital (Pipes, 2007, pp. 17–18).

Relativamente à aplicação do desenho durante o processo de design, inicia-se quando o designer começa a ter ideias e precisa de as memorizar num suporte físico. Pela sua fácil utilização e rapidez, o desenho manual é o mais indicado para ser utilizado nesses casos. Quer seja em suporte de papel ou em suporte digital, o que interessa é que o máximo de ideias sejam apontadas, de modo a que o designer não fique confinado a uma só alternativa.

Depois dessa fase de conceito, o desenho volta a ser necessário numa fase mais final para apresentar o produto ao cliente. Em vez de um tipo de desenho rápido, o que se pretende nesta etapa é que o mesmo seja interpretável, o mais próximo da realidade possível e que facilite uma decisão. As ferramentas podem ser várias, mas o computador veio oferecer possibilidades bastante mais vantajosas. Os desenhos de apresentação passaram a ser feitos em *software* como o Photoshop ou Illustrator, e claro, utilizando as imagens renderizadas dos modelos CAD. Todos eles permitem obter uma qualidade bastante aproximada do real, mas o último exemplo é sem dúvida o que oferece melhores resultados.

De seguida, e já tendo passado por uma fase de aprovação, é necessário colecionar mais informações detalhas sobre o produto e seus componentes. Desse modo, é importante haver um registo de todas as medidas necessárias para a produção. As ferramentas utilizadas passaram a ser também computacionais, tal como o que acontece na fase anterior.

Finalmente surgem os desenhos técnicos de modo a remeter informações a quem vai montar as peças ou usar o produto. Um exemplo disso são as vistas explodidas dos objetos, onde se percebe como vão ser unidas as peças e como será o funcionamento do produto (Pipes, 2007, pp. 18–23).

Antes da existência dos CAD todas estas tarefas eram realizadas por indivíduos especializados, e demoravam bastante mais tempo devido à falta de assistência computacional. Mas hoje ao designer são-lhes transmitidos conhecimentos sobre todos esses tipos de desenho, na medida em que possa realizar estas tarefas por ele próprio, assumindo o controlo dessas quatro etapas (Pipes, 2007, p. 23).

5.2. Desenhos de ideação/conceito

Sendo esta a primeira abordagem em termos de desenho no panorama projetual em design de produto, na opinião de Eissen e Steur, os desenhos de ideação são o resultado da passagem de ideias do cérebro para o exterior, na maioria dos casos para o papel. Como o objetivo é a anotação e exploração de ideias, no geral, o seu destino é meramente intrínseco ao designer e à sua equipa, pelo que questões de natureza qualitativa são nesta fase deixadas de lado.

Uma das características destes desenhos é que são muito individuais, cada designer tem a sua forma de expressar ideias, e por isso mesmo não têm como finalidade a comunicação além da equipa pois nem todos seriam capazes de entender o conceito presente. Neste ambiente os desenhos podem surgir em forma de esquema ou acompanhados por imagens de inspiração ou legendas a indicar claramente do que se trata cada pormenor menos suscetível de ser percebido.

Normalmente os desenhos iniciais são de pequena escala e costumam ser realizados em post-it, que depois são organizados de modo a facilitar a escolha daqueles com maior potencial, ou então surgem em grande número espalhados e sobrepostos numa folha de papel, onde depois essa seleção é feita através do destaque por via do acréscimo de cor ou símbolos (Eissen e Steur, 2011, p. 12).

A fase de geração de ideias é onde o designer se sente mais livre e sem preocupações. O rigor é colocado de parte e o desenho é meramente uma ferramenta de registo, mas é nesta fase que se começam a construir as bases de todo o projeto, a partir desses desenhos iniciais (Pipes, 2007, p. 110). Para o designer Thomas Valcke, os desenhos de ideação servem também para memorizar ideias que possam vir a resolver o problema, por isso, quantos mais forem realizados num curto espaço de tempo melhor, significa que existirão mais ideias por onde escolher (Valcke, [s.d.]).

Por enquanto o papel é o suporte de preferência para estes desenhos rápidos, mas o computador está a ser introduzido cada vez mais durante este passo, muito por culpa da sua capacidade de comunicação e partilha. A ideia é tornar o desenho realizado nessa fase disponível para todos os intervenientes e acelerar o processo de design (Pipes, 2007, p. 110).

O processo de conceptualização não deve ser demorado e a variedade de ideias deve ser o mais abundante possível, só assim se consegue fazer a melhor escolha. Não podemos esquecer de contemplar um estudo de mercado antes, para que não surjam ideias já existentes, e também uma análise do mesmo para uma melhor definição do caminho a seguir (Pipes, 2007, pp. 110–112).

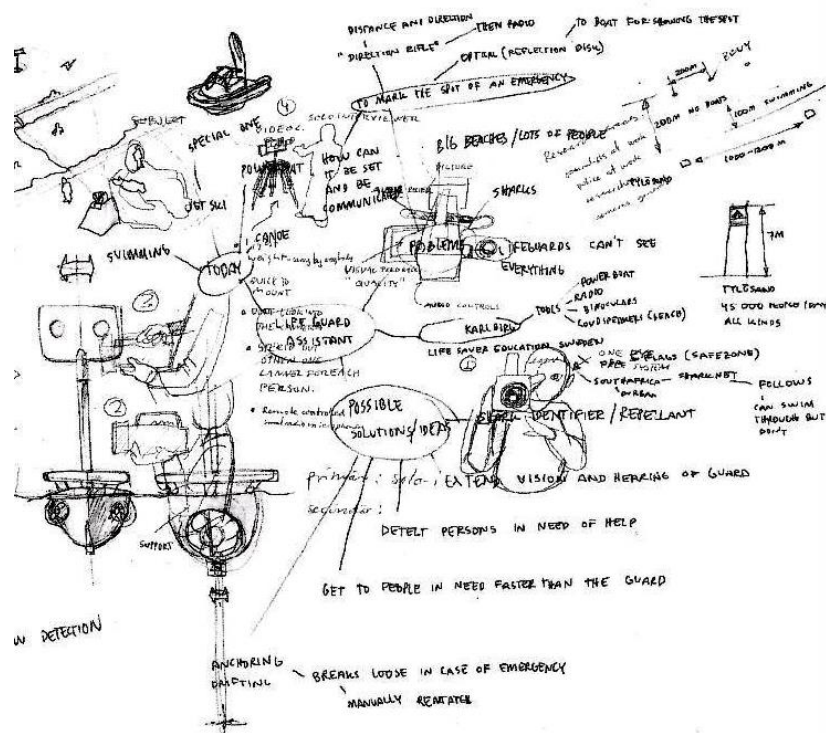


Figura 62 – Exemplo de esboços de ideação.

Apesar da liberdade criativa desta etapa, Thomas Valcke refere que nesta etapa é importante ter em conta os requisitos que o cliente enuncia no briefing, combinando essas linhas de orientação com toda a informação recolhida sobre o que o público procura nesse determinado produto, e utilizar tudo isso para se destacar dos demais concorrentes de mercado. Nesta primeira abordagem ao desenho, como ferramenta de pensamento, requer-se também um certo cuidado com os recursos disponíveis para que a solução encontrada seja factível e também com os meios para isso acontecer.

O resultado final depende do que é feito nesta fase, e dessa forma, é essencial que se realize uma avaliação das soluções apresentadas. Por isso também se pode aqui incluir o que Valcke chama de desenhos explorativos, onde se aborda o produto de uma forma geral, mas colocando de lado os pormenores mais minuciosos (Valcke, [s.d.]).

Com o desenvolvimento do projeto o produto começa a ganhar forma, o desenho ganha continuamente mais e mais rigor, e o abstracionismo dos primeiros esboços dá lugar a um produto funcional. Mas para alcançar esse nível final, o designer tem de ter em conta

vários fatores que podem influenciar o resultado, como por exemplo a ergonomia. Considerado isso, a contínua análise através do desenho permitirá avaliar se o conceito inicial tem capacidade de cumprir o seu objetivo. Assim sendo, o resultado final depende de um conjunto de princípios que precisam de ser analisados e depois aplicados a nível de desenho, pois só através do desenho se consegue obter uma visualização do que se está a pensar (Pipes, 2007, pp. 115–116).



Figura 63 – Exemplo de esboços de exploração de conceito.

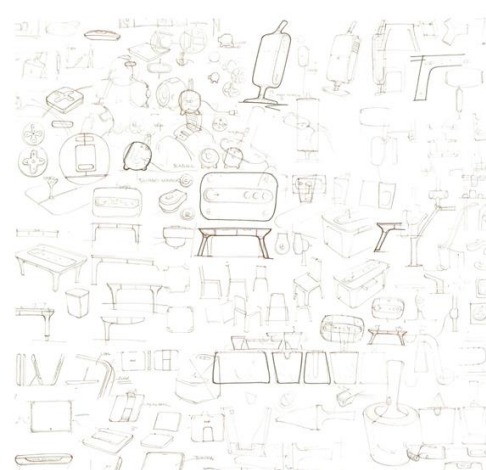


Figura 64 – Esboços de ideação por Robert Bronwasser, SMOOL.

Assim sendo, depois de concluída a triagem de ideias, a equipa de design preocupa-se em otimizar cada alternativa através de uma análise mais detalhada a certos parâmetros que permitam ao resultado final ser o mais adaptado possível às necessidades e expectativas público alvo. Esta fase de conceito serve para encontrar a melhor solução para resolver quaisquer problemas que o produto possa apresentar (Eissen e Steur, 2011, p. 15).

Como já foi referido, o CAD nesta fase não consegue o mesmo desempenho comparando-o com o desenho 2D. Além da sua menor praticabilidade, o mesmo é otimizado para gerar resultados rigorosos, e não é isso o que se pretende. O objetivo é criar ideias capazes de serem ajustadas, e o CAD é demasiado matemático para que isso seja possível, visto que quase tudo funciona com base em algoritmos (Pipes, 2007, p. 117).

Desde o início que assistimos à introdução de novas funcionalidades no CAD permitidas pelo avanço da tecnologia de processamento. Sem isso, o designer continuaria a operar

da mesma forma que à cinquenta anos. Essa evolução reflete-se na capacidade que existe hoje para gerar produtos em tão curtos espaços de tempo. Mas ainda assim o desenho CAD está sempre associado a uma fase final do produto devido à falta de liberdade do mesmo (Pipes, 2007, p. 118)

Operar esse tipo de *software* requer uma decisão acerca do produto, na medida em que já devem estar definidas todas as dimensões e formas de maneira a serem lá introduzidas. E na fase de geração de conceitos isso ainda não está totalmente estudado. O que se pretende é a criação de uma aplicação mais inteligente que analise a informação à medida que ela é colocada, que permita ao designer mudar de ideias durante o processo, e memorizando cada passo desde a primeira operação para que se consiga voltar a um estado anterior. Isto só é possível através do poder de processamento que temos nos dias de hoje (Pipes, 2007, pp. 118–119)

Entretanto existem soluções computacionais que podem ter bastante utilidade durante esta fase, como o caso das aplicações de desenho 2D, mais precisamente as aplicações que permitem desenhar à mão em formato digital. Este método permite simular o desenho manual utilizando periféricos de entrada com ligação a um computador, ou até mesmo diretamente num dispositivo com ecrã tátil. Exemplo disso são os sistemas Wacom, compostos por mesa digitalizadora e caneta adaptada, ou o Ipad, respetivamente (Pipes, 2007, pp. 119–120). Estas ferramentas digitais vêm possibilitar uma maior aproximação do produto à realidade para que a ideia se torne compreensível e passível de ser analisada pelos vários intervenientes (Eissen e Steur, 2011, p. 22).

Embora o desenho conseguido por este meio seja bastante idêntico ao desenho manual, a verdade é que ainda assim não é o método predileto para começar os primeiros esboços. Destina-se a desenhos com um nível de acabamento melhorado como são aqueles realizados com o propósito de comunicação externa. Porém, muitos designers utilizam um método de mesclar o desenho em papel com o poder de edição dessas aplicações. Consiste na digitalização dos esboços em papel e importá-los num desses programas para melhorar o seu aspeto, apagando elementos distrativos ou acrescentando cor, bem como corrigir erros ou editar proporções. Por intermedio deste método consegue-se poupar tempo, pois os desenhos são reaproveitados, não sendo necessário realizar novos (Pipes, 2007, pp. 119–120).

No geral, esta fase é deveras importante no seguimento do projeto, pois é com base nos resultados alcançados que a equipa de design iniciará a análise de aspetos mais minuciosos do produto ou de incompatibilidades e erros. Este é um ponto de partida que se repete a cada novo projeto e sem o recurso a estes registos o produto final muito dificilmente alcançará o sucesso esperado. Isto porque a melhor maneira de resolver um problema é encontrar a melhor solução possível, e quanto maior for o leque de opções colocadas para verificação, mais fácil é selecionar uma que seja totalmente adaptada ao briefing (Eissen e Steur, 2011, p. 14).

5.3. Desenhos de apresentação

É nesta etapa projetual que o designer, ou equipa de design, revela os resultados anteriormente conseguidos a outras entidades, seja a outras equipas que necessitam de analisar a viabilidade do produto, ou ao cliente, de maneira a receber a sua aprovação. Para tal é preciso uma apresentação capaz de ser entendida por todos os interessados e que transmita a ideia de forma clara, e isso obtém-se, não só, mas principalmente através do desenho (Pipes, 2007, p. 130)

Equivalendo ao que Valcke entende como fase de explanação, o que se pretende é que seja definido como o objeto irá trabalhar, dando um maior foco à ideia de funcionamento do que à beleza do produto. Os desenhos são em menor número e servirão para o cliente analisar, bem como outras equipas que possam fazer parte do projeto, e é daqui que irão surgir as primeiras opiniões sobre a possibilidade de cada solução seguir em frente para a fase final (Valcke, [s.d.]).

A combinação entre marcadores e papel é talvez a mais usada forma de representar o produto nesta fase, no entanto, o esse tipo de desenho está a ser cada vez mais simulado em computador, por via dos meios já referidos anteriormente. Além das vantagens relacionadas com a partilha rápida de ficheiros, o esquisso digital é editável, não sendo tao suscetível a erros como os que são feitos em papel. Além disso, o designer pode testar varias texturas, cores ou variações de materiais recorrendo ao mesmo ficheiro (Pipes, 2007, pp. 130–131).

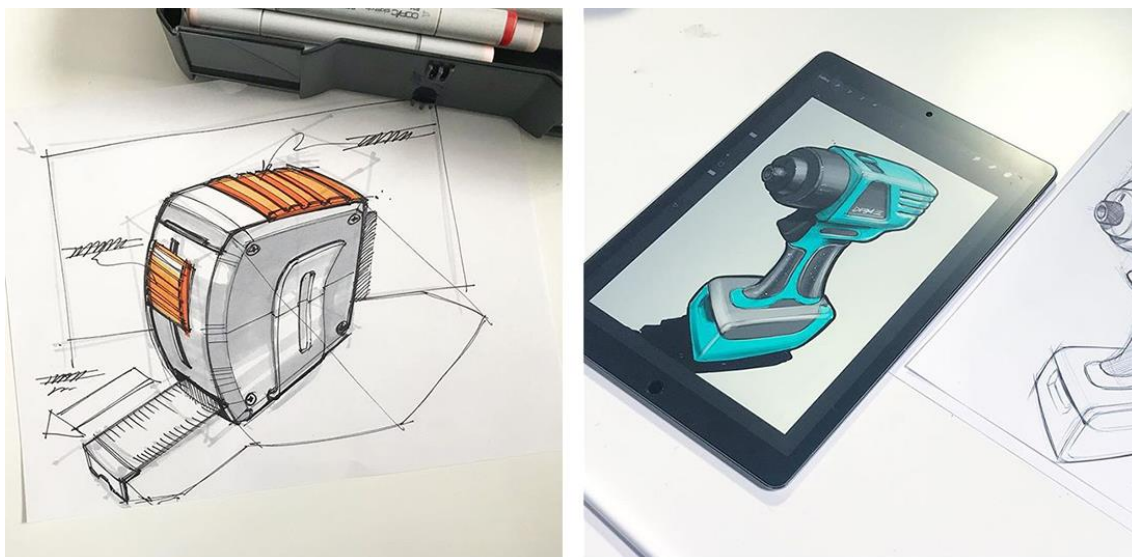


Figura 65 e Figura 66 – Esquisso analógico (esquerda) e esquisso digital (direita) por Spencer Nugent.

O CAD pode ser introduzido já nesta fase, tendo em conta as propriedades realísticas das suas imagens, mas é necessário ter cuidado, quem vai analisar não deve ficar com a ideia de que o produto está já terminado ou numa fase final. Desse modo, os desenhos precisam de algum rigor, mas apenas o suficiente para que seja entendido o produto e todos os seus detalhes relevantes, e por isso, o método mais utilizado é o desenho analógico (Pipes, 2007, pp. 130–131). Assim sendo, pode-se incluir o que Valke entende como desenhos de persuasão devido à sua capacidade de simular a realidade de forma a persuadir o cliente (Valcke, [s.d.]).

Mas este tipo de desenho requer outro tipo de experiência relativamente ao desenho conceptual. O facto de ser mais preciso, implica que o designer possua um nível mais avançado de representação de desenho. E se for realizado em computador, existem vários fatores que necessitam de adaptação e que aumentam a dificuldade. Um exemplo disso é a transição de desenhar diretamente em papel para desenhar em computador, através de um dispositivo de entrada em que o desenhador tem de olhar para o monitor ao mesmo tempo que risca numa outra superfície, e em que o desenho apresentado não tem as dimensões proporcionais ao que se está a riscar.

Para quem não possui essa técnica de desenho analógico, pode sempre optar pelo desenho vetorial, embora os resultados não sejam comparáveis em termos de qualidade. No

entanto, esses desenhos podem ser aumentados sem que se perca a qualidade, ao contrário dos desenhos em dados raster²⁵ (Pipes, 2007, pp. 130–137).

Como se pode observar, cada método é acompanhado por vantagens e desvantagens, cabe ao designer optar pelo qual se sente mais à vontade. Quanto mais perceptível for o desenho, mais facilmente se consegue transmitir a ideia do produto a outros intervenientes de modo a que se possa avançar para a próxima etapa. O objetivo que se pretende com este desenho não é tanto de cariz criativo, mas sim com a capacidade de apresentar as principais ideias de forma simples e perceptível (Pipes, 2007, pp. 133–153).

5.4. Desenhos de cotagem ou montagem

Conforme um projeto se desenvolve, o CAD ganha a cada passo mais e mais importância. O rigor torna-se cada vez mais necessário, e quando o designer dá por terminadas as fases iniciais, marcadas pela criatividade, depara-se com tarefas mais técnicas enquanto se aproxima do final do projeto.

Os modelos 3D surgem como meio de validar a parte estética do produto, desde a relação entre diferentes formas e materiais, bem como a sua ergonomia. No fundo permite visualizar aquilo que foi desenhado na fase anterior, mas com uma apresentação mais completa e real (Eissen e Steur, 2011, p. 22).

Após a aprovação do produto e de ficar definida toda a sua estrutura, é necessário que se realizem desenhos compreensíveis para a produção. Estamos a falar de um conjunto de desenhos técnicos que incluem toda a informação sobre as dimensões, peças e possíveis encaixes do modelo. O objetivo é que toda a informação relativa ao fabrico e montagem das peças do produto conste nesse documento, de modo a que a ideia do designer seja claramente transmitida aos responsáveis pela produção. No entanto, este tipo de linguagem não está ao alcance de todos. Ao contrário dos anteriores, a leitura

²⁵ “(...) a pattern of closely spaced rows of dots that form an image (as on the cathode-ray tube of a television or computer display) Raster | Definition of Raster by Merriam-Webster - [Em linha] [Consult. 14 nov. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<<https://www.merriam-webster.com/dictionary/raster>>>.

destes desenhos técnicos requer uma certa aprendizagem relativamente aos métodos nele aplicados, quer esteja relacionado com a compreensão da forma, quer ao entendimento das próprias cotas (Pipes, 2007, p. 157).

Para estandardizar esse tipo de desenho, são seguidas normas internacionais, continentais ou até nacionais. O tipo de projeção utilizada na norma internacional (ISO) é a ortogonal, mas existem variações nos casos dos Estados Unidos da América (ASME) e também do Reino Unido (BS). Nesses locais específicos os desenhos são dispostos numa projeção ortogonal de terceiro ângulo, enquanto que na generalidade é utilizada uma projeção de primeiro ângulo. Na prática, a única diferença é que no primeiro caso o objeto é situado no terceiro quadrante, em vez de ser no primeiro, o que faz com que a ordem das vistas seja diferente (Pipes, 2007, pp. 157–162).

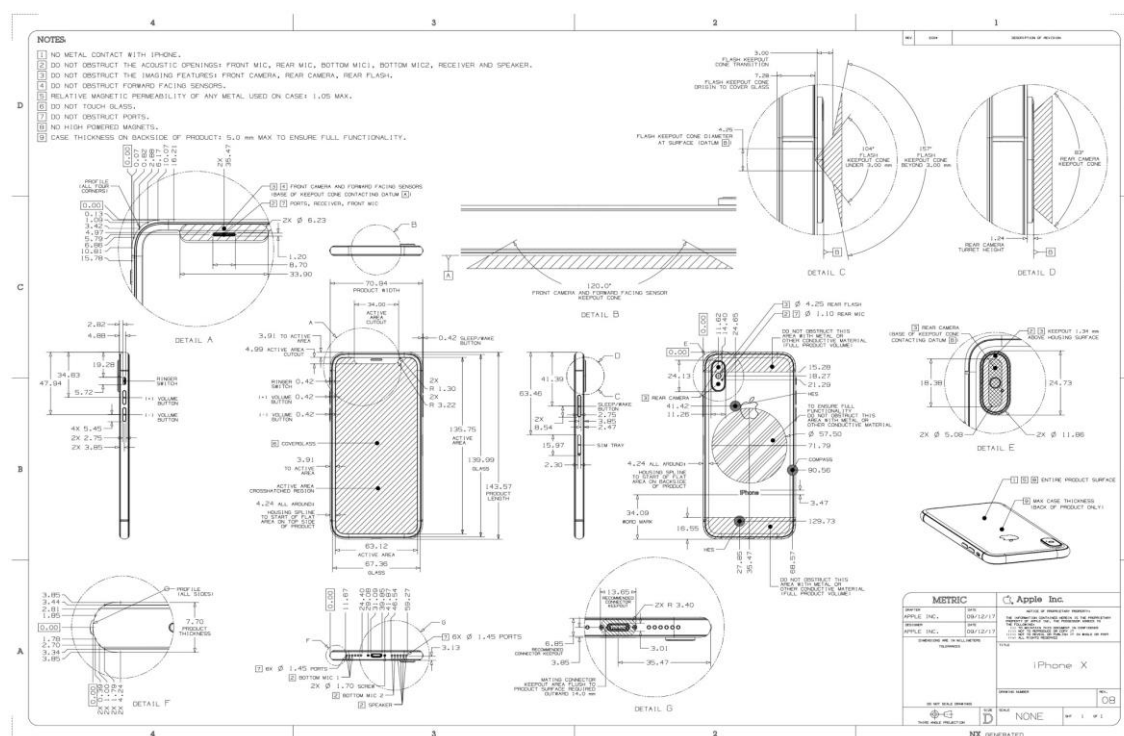


Figura 67 – Esquemas técnicos do Apple iPhone X.

Não há muito tempo, esses desenhos eram realizados manualmente, mas com o CAD, esse tipo de informação pode ser extraída do objeto recorrendo ao computador. Nesta fase, já raramente se recorre ao papel e à caneta para realizar algo, visto que a tecnologia veio tomar conta de todos os processos seguintes. Dessa maneira, a realização dos

desenhos técnicos para produção ficou muito mais acessível para o designer, pois o *software* realiza todas as tarefas apenas com uma série de comandos (Pipes, 2007, pp. 163–164).

À medida que o projeto avança deparamo-nos que, efetivamente, a maior parte do trabalho de desenho passa a ser realizada com a ajuda de tecnologias computacionais. Essa crescente integração das ferramentas digitais ao longo do processo de design justifica-se com a capacidade de gerar visualizações do produto que possuam uma maior qualidade visual ou de o simular em ambiente virtual. Na verdade, a maioria das tarefas que requerem um nível superior de precisão e com as quais se vai definir a forma final do produto surgem da interação entre o designer e o computador. (Eissen e Steur, 2011, p. 114)

5.5. Ilustrações Técnicas

Estando o produto finalizado e prestes a ser lançado no mercado, resta uma última etapa a nível de desenho: as ilustrações técnicas. Idêntico ao desenho técnico abordado anteriormente, estas ilustrações são utilizadas igualmente para comunicar informação, mas desta vez os destinatários são os responsáveis pela montagem ou reparações, os consumidores e eventualmente para efeitos de registo de patente (Pipes, 2007, pp. 178–179).

Estes desenhos são realizados utilizando várias técnicas que variam de acordo com o objetivo. No primeiro caso, podem surgir em forma de vistas explodidas, o que consiste na apresentação do produto com as várias partes a serem projetadas no ar com a mesma orientação e disposição com que são encaixadas. Ao analisar esses catálogos, o técnico responsável pela montagem do produto conseguirá realizar a sua tarefa sem problema. O mesmo se aplica a quem vai proceder a uma reparação, podendo desmantelar o produto sem o receio de cometer algum erro ao realizar a operação inversa.

No caso dos consumidores, estas ilustrações podem ser encontradas nos livros de suporte ou instruções que acompanham o produto, e têm o intuito de fornecer todos os detalhes acerca do manuseamento ou manutenção do mesmo (Pipes, 2007, pp. 190–193).

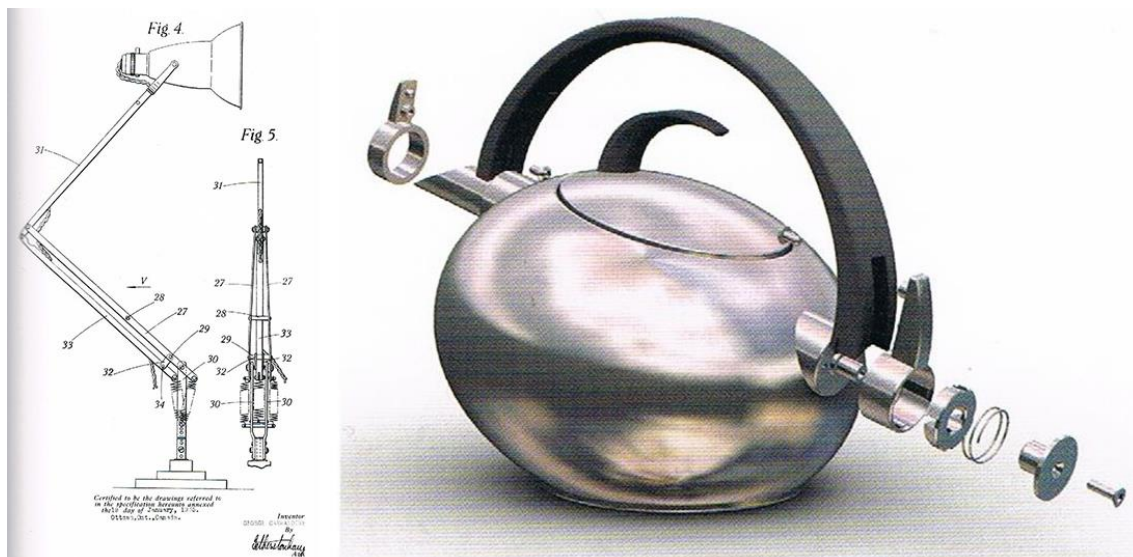


Figura 68 – Desenho de patente da luminária Anglepoise de George Carwardine, 1935.

Figura 69 – Vista explodida realizada no Rhino3D da chaleira Palmhouse de Mario e Claudio Bellini, 2001.

Conforme a complexidade do produto a ser ilustrado a tarefa de realizar este tipo de desenho pode vir a ser complicada, e apenas pode ser realizada por quem possui um conhecimento total do mesmo. Como já foi abordado neste trabalho, a sua história remota aos primórdios civilizacionais, mas apenas durante a Revolução Industrial é que se estabeleceu por via do crescente registo de patentes. Anteriormente, este tipo de desenho, tal como o conhecemos hoje, era um trabalho bastante artístico e sempre associado às indústrias mais desenvolvidas, tal como a militar, a automóvel e a aeroespacial (Pipes, 2007, pp. 179–181).

Tal como os desenhos de cotagem, abordados anteriormente, as ilustrações técnicas também se tornaram muito mais acessíveis e a sua usabilidade foi transposta para outras áreas, passando a serem utilizadas como desenhos de apresentação ao cliente e também de apresentação ao público, através das ações de marketing. O designer pode então recorrer a uma combinação de programas, quer vetoriais, para traçar os contornos, quer em bitmap, para colorir ou aperfeiçoar a imagem. Ou então, usar o modelo CAD e de lá extrair a informação necessária através de um programa especializado nessa tarefa em particular, como o Corel Designer ou o ITEDO IsoDraw. As vistas explodidas podem também ser realizadas nesses programas, ou então de forma não automática no próprio

modelador 3D, ao selecionar e arrastar as várias partes para a posição desejada, e daí criar uma imagem renderizada onde noutro programa se possa acrescentar a informação descritiva (Pipes, 2007, pp. 184–197).

Com o acesso ao computador, voltamos a deixar de realizar o trabalho de forma manual e o esforço requerido passa a ser menor. No entanto, dificilmente esta etapa é realizada pelo designer ou equipa de design, visto que a sua realização não está diretamente relacionada com a produção, mas sim com a sua comunicação com o consumidor (Pipes, 2007, p. 197).

6. Estudo de Casos

6.1. Estudo de Caso - Embria

A Embria foi criada em 2009 e especializa-se no desenvolvimento de produto, mais propriamente na conceção e desenho exterior dos mesmos, embora também realizem determinados trabalhos a nível de engenharia de acordo com o seu grau de dificuldade. A sua experiência é confirmada pelo portfolio de cerca de setenta projetos distribuídos por mais de trinta clientes, o que prova também o seu sucesso e relevância para este trabalho.

“Acreditamos que o design é o melhor argumento para a diferenciação entre marcas e essa visão leva-nos a trabalhar todos os dias com o único propósito de atingir resultados excelentes. Tendo em mente o consumidor final, a nossa equipa enquadra o know-how e a experiência para garantir soluções à medida das exigências (...). Especializados no design industrial e profissionais certificados na modelação CAD 3D, apresentamos também soluções surpreendentes na visualização 3D foto-realistas, na prototipagem rápida e no acabamento de protótipos”, podemos ler na sua página de *internet* (Embria, [s.d.]).

Em conversa com o Diretor de Design da empresa, Tiago Fernandes, é-nos informado que existem dois tipos de clientes com o qual trabalham na maioria dos casos. Podem ser empresas de produção que solicitam os seus conhecimentos a nível de desenvolvimento de produto e criação de protótipo. Nestes casos, por vezes o cliente já tem uma ideia para o produto que deseja, e então a Embria encarrega-se de a explorar e encaminhar até ao estágio de se encontrar pronta para produção. Ou podem ser *startups*, o tipo de cliente que está a criar um novo negócio, que já tem ideia acerca da tipologia de produto que pretende, mas que necessita de alguém para pensar o objeto desde a fase inicial.

Em termos de metodologia, Tiago afirma que não seguem uma sequência fixa de passos, e que os mesmos variam de projeto para projeto dependendo de fatores como a comunicação ou a tecnologia disponível pelo cliente. Assim sendo, a solução para cada caso surge após a análise dos requisitos impostos pelo cliente, e sobre essa base de informação desenvolvem o plano de trabalhos. No entanto, a aplicação do desenho o

projeto pode ser analisada em três fases: desenho analógico, desenho digital e desenho 3D/CAD. Estas etapas são realizadas pela ordem referida, mas só a última delas é essencial em todos os projetos, tal como explicarei.

Na primeira fase o principal objetivo é a memorização e comunicação de ideias internamente, pelo que este método de desenhar em papel é mais indicado, até porque não se dá importância à qualidade do desenho, mas sim que a ideia seja partilhada com a restante equipa de forma compreensível. Este registo é utilizado também para definir os detalhes mais importantes, realizar desenhos das várias vistas e porventura algumas perspetivas. As ferramentas utilizadas são canetas tipo BIC ou Copic sobre papel.

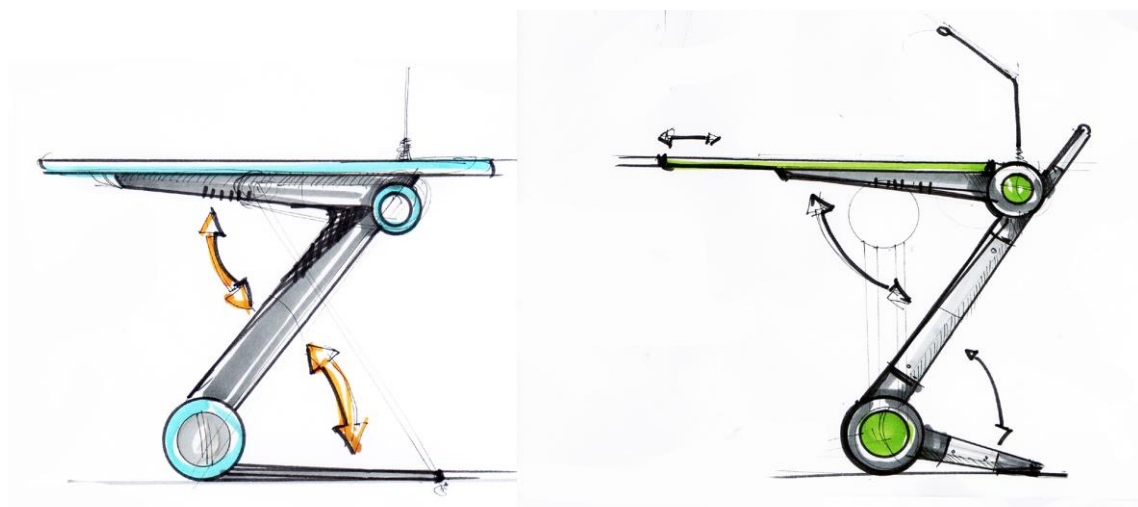


Figura 70 – Esquissos analógicos, projeto de Design de conjunto de engomar (tábua e ferro), Embria.

Depois segue-se a fase de desenho digital, que é visto como um meio prático e acelerador do processo pelas suas múltiplas vantagens em relação ao desenho tradicional, tal como a facilidade em alterar parâmetros do desenho ou mesmo na questão de partilha. O digital acaba por se sobrepor devido à capacidade de processamento e interatividade atualmente disponível em termos de *hardware*, bem como pela variedade de aplicações de *software* existentes para essas plataformas. Assim sendo, esta fase caracteriza-se pela maior qualidade colocada nos esquissos, o que justifica a realização de mais desenhos de perspetiva. A aplicação de volumes, cor e materiais torna-se mais fácil e variada, isto

porque os marcadores que antes se utilizavam em papel, estão agora incluídos nessas aplicações digitais disponíveis por preços bastante vantajosos.

Em certos momentos, também o desenho em suporte papel é transposto para formato digital e usado como orientação, combinando técnicas de modo a preservar características já alcançadas nessa primeira fase de registro. Entretanto, a exploração usando o desenho digital depende da complexidade do projeto, isto é, nos casos em que o produto é composto por formas mais complexas é importante que se definam todos os detalhes. Mas se for de simples aparência, em que suas formas fiquem definidas à partida durante a primeira fase de desenho, este método é pouco utilizado ou mesmo inexistente e a transição do desenho analógico para o desenho tridimensional acontece mais rapidamente.



Figura 71 - Esquissos digitais, projeto de Design de conjunto de engomar (tábua e ferro), Embria.

Apesar da empresa considerar o desenho digital de grande praticabilidade, por vezes não se justifica o seu uso no desenvolvimento de produto. Um exemplo disso são os projetos em cerâmica, que devido ao curto espaço de tempo dado para o seu desenvolvimento acaba por impossibilitar a realização de desenhos manuais. Nesses casos a empresa parte diretamente para o desenho 3D baseando-se nos requisitos apontados pelo cliente.

No fundo, as duas etapas de desenho que foram abordadas até agora, desenho analógico e digital, servem apenas como meio de preparar as ideias para o CAD, afirma Tiago. Acrescenta ainda que se trabalhasse sozinho não utilizaria o desenho digital pois o seu maior propósito é o de comunicar as ideias, quer internamente como externamente, e passava assim dos registos em papel para o desenho 3D suportando a sua ideia com o

facto de que nesse formato se consegue ter uma percepção mais aproximada do resultado final.

Por outro lado, podemos perceber através dessas afirmações a importância que o desenho tem para o trabalho em equipa na medida em que se trata de uma linguagem útil para todos aqueles que participam no projeto, incluindo também o cliente. Relativamente a isso, a partilha de dados depende do envolvimento do mesmo no decorrer do projeto. Quando o cliente decide que quer fazer parte do processo, a Embria apresenta esboços digitais para que ele selecione o que mais lhe agrada, e com base nessa escolha a empresa passa a trabalhar esse determinado conceito em detalhe. Quando não existe esse nível de conversação a empresa trabalha o produto e em reunião apresenta uma ou duas versões finais em formato 3D.

O 3D ou CAD é assim a última etapa a nível de desenho aplicado no projeto de design de um produto nesta empresa. Pelos dados recolhidos compreende-se que este método é o mais valorizado pela equipa, não descartando o valor do desenho analógico e digital na previsão do que se irá tridimensionalizar nesta fase. Esta acaba por ser a representação do produto finalizado e que engloba todas as informações necessárias para a fase de produção, e isso justifica tal importância para todo o desenvolvimento.



Figura 72 - Imagens digitais criadas a partir de modelos CAD, projeto de Design de conjunto de engomar (tábua e ferro), Embria.

No geral, em todos os projetos são enviados os ficheiros CAD, pois atualmente a indústria requer esse tipo de documentos digitais para proceder à fabricação das peças. Apesar de ainda serem enviados os desenhos técnicos, extraídos desses ficheiros, os mesmos já não possuem o mesmo valor que possuíam antes da digitalização da indústria. Neste caso

apenas são enviados como forma de validar as informações do 3D e nem sempre são um requisito necessário da parte do cliente.

Constatando, o desenho é visto por Tiago como uma ferramenta necessária para que o designer consiga fazer o seu trabalho, e as novas tecnologias trouxeram bastantes vantagens a esse nível, principalmente se se trabalha em equipa. A evolução do desenho digital veio facilitar o ato de projetar um produto de forma drástica e considera até que já se tornou mais funcional do que o desenho analógico. Quanto ao CAD, entende que hoje em dia seria praticamente impossível produzir um objeto sem que houvesse um protótipo virtual do mesmo.

Indo mais além, o Diretor de Design da Embria mostra-se ainda curioso sobre as novas tendências em desenho tridimensional, ou seja, as aplicações de RA e RV, que embora não esteja avaliada a sua praticabilidade, considera que pode ser algo útil em projetos de maior dimensão, como o caso dos automóveis.

6.2. Estudo de Caso - WeAdd

A WeAdd é uma empresa de Design de Produto com sede na Marinha Grande e teve a sua fundação no ano de 2014. Apesar da sua curta vida, todos os envolvidos já possuem experiência, quer no que toca ao Design como também em trabalhar em conjunto, visto que todos os seus sócios já desenvolvem projetos como grupo desde 2008, ano em que fundaram a Diverge. Mais tarde abandonaram a própria empresa e criaram uma nova, que neste trabalho serve como caso de estudo - WeAdd -, composta por Agostinho Carvalho, Daniel Caramelo e Sónia Josué.

Numa primeira abordagem é importante perceber como funciona esta empresa, em que se especializam e com que clientes tipo têm o hábito de trabalhar. Devido ao acumular de experiência o destaque vai claramente para os seus trabalhos em desenvolvimento de produtos que trabalhem com o café, mais precisamente as máquinas de processamento do mesmo, tanto as que se encontram nos estabelecimentos comerciais como as de uso pessoal, como também a nível de embalagens. Aqui incluem-se por exemplo as máquinas

de cápsulas e as máquinas de encastrar. Apesar da maior incidência neste tipo de projetos, a equipa admite ponderar uma migração para o desenvolvimento de produtos mais tecnológicos, que envolvam uma diferente abordagem, mas sempre dentro do mundo dos eletrodomésticos.

A nível processual, Daniel Caramelo explica que a empresa tem por norma seguir uma série de etapas que os levam a alcançar os resultados pretendidos. Tudo se inicia com um diálogo com o cliente, onde são trocadas ideias em relação ao briefing, um entendimento que permite à WeAdd perceber os objetivos de cada e determinado projeto. Dessa forma a empresa fica ciente do que cada cliente pretende alcançar com a conceção do produto. Depois segue-se uma fase de pesquisa e análise de mercado, nesta etapa, além de se recolherem dados relativos ao que já se encontra ao dispor dos consumidores, acaba também por ser uma oportunidade de identificar questões relativas a esses mesmos produtos.

O briefing proposto em conjunto com o conhecimento adquirido na etapa anterior são os fatores necessários que servem como base para o início de uma fase de elaboração de ideias e conceitos, orientados sempre por uma forte vertente inovadora que permita diferenciar o seu produto dos demais existentes oferecendo vantagens ao consumidor. Embora a questão estética não seja a principal preocupação no desenvolver de um produto, existe sempre uma tentativa de a associar com algum tipo de inovação, quer seja uma nova função, uma diferente tipologia de ferramenta incorporada, ou uma nova experiência que facilite a interação por parte do utilizador.

Com o conceito definido a equipa passa à exploração através do desenho, quer seja analógico como digital, seguida da fase de prototipagem, para testar o objeto que foi desenvolvido. Finalmente, e dependendo do cliente, é realizada uma procura por indústrias que tenham capacidade produtiva de acordo com as necessidades de cada objeto. Isto acontece porque a WeAdd trabalha tanto com industriais que asseguram a produção internamente, sendo que estes não necessitam que alguém lhes realize esse trabalho, como também com clientes que não possuem produção própria. Por vezes, nesses casos a empresa fica responsável por encontrar a indústria que melhor concretize essa produção. Depois dos protótipos estarem validados e prontos para produção, é

associada a criação de propriedade intelectual, através de parceiros que complementam o produto com a proteção oferecida pelo registo de patentes.

Em termos de Desenho, a WeAdd apenas faz uso deste recurso de pré-visualização do produto nas fases de idealização, com o intuito de gravar possíveis soluções, e na fase final, fazendo uso dos sistemas de modelação CAD. Na primeira, é utilizado o desenho analógico tendo essencialmente como ferramentas o papel e canetas estilo BIC. O desenho acaba por ser bastante simples e com poucos detalhes, renunciando a potencial beleza do *sketching* em virtude da sua praticabilidade em referenciar certas ideias para mais tarde recordar.

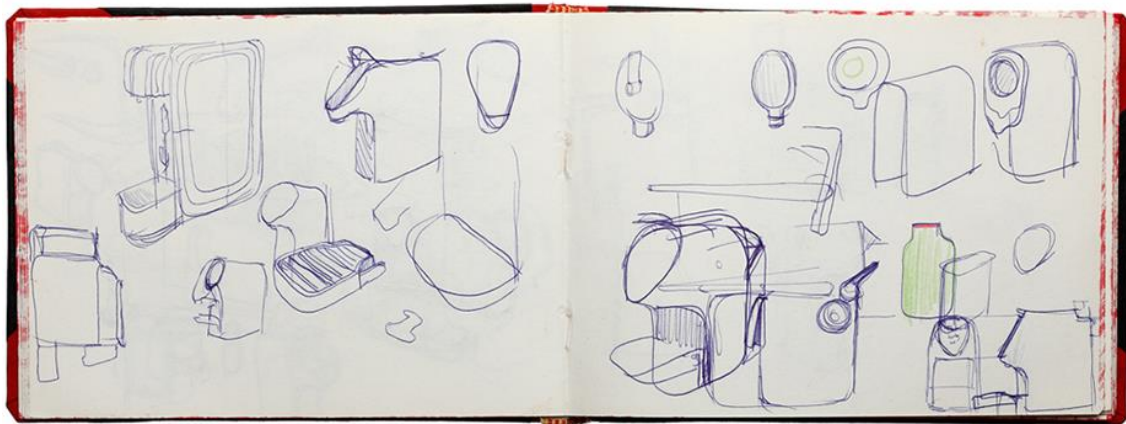


Figura 73 – Esquissos de ideação/conceito, projeto de Design de máquina de café de cápsulas, WeAdd.

No fundo, este método é utilizado para acertar detalhes ou o funcionamento de mecanismos envolvidos, tratando-se de uma ferramenta de pensamento e não apenas de visualização. O resultado desse procedimento é comparado por Sónia Josué a uma lista de compras desenhada, onde os favoritos são destacados com símbolos ao redor para não se perderem. Este tipo de desenho serve apenas para comunicação interna, embora certos clientes têm curiosidade em aprofundar sobre a origem do produto.

Na segunda, usando os CAD, é onde a empresa entende que deve ser gasto mais tempo com pormenores e na realização de um modelo mais rigoroso. É através dessas imagens que surgem as representações mais aproximadas do que irá ser o produto final. Em contrapartida consideram que o desenho técnico analógico tem certas vantagens em

relação ao que é desenhado via CAD, isto porque as imagens produzidas e representadas num ecrã não oferecem a mesma capacidade de entendimento das escalas em comparação com as imagens produzidas em escala real e num suporte como o papel.

Embora existam hoje em dia ecrãs de grandes dimensões nunca se consegue alcançar a perceção realística que um desenho fixo num suporte físico oferece. Apesar do computador oferecer uma menor relação direta com o que vai ser produzido, a experiência em trabalhar nesse suporte permite que esse desfasamento possa ser minimizado e consegue-se uma adaptação a esse modo de desenhar.



Figura 74 - Imagens digitais criadas a partir de modelos CAD, projeto de Design de máquina de café de cápsulas., WeAdd.

Em termos da utilização do desenho como comunicação, quer seja do tipo interna ou externa, depende por vezes do projeto em questão. Internamente os desenhos realizados analogicamente são utilizados para mostra e confronto de ideias entre os membros da equipa. Por norma, quando se realiza uma apresentação ao cliente, a WeAdd faz sempre referência a esses desenhos iniciais através de um diapositivo destinado a mostrar o processo. Alguns clientes entendem como valioso o registo inicial que serviu de base para o projeto, chegando até a pedir uma cópia para justificar o produto com o consumidor final, e isto acontece em casos onde o produto tem uma boa aceitação. No entanto, é

através dos *render* processados em *software* que quem está a assistir à apresentação consegue compreender o produto final.

Ao realismo que essas ferramentas conseguem atingir, a equipa junta também infografias descrevendo detalhes tais como os materiais ou texturas, podendo eventualmente reproduzir esse produto num ambiente simulado, o que, hoje em dia, oferece uma qualidade de perceção por vezes confundida com o mundo real.

Na comunicação com a indústria produtiva o que acaba por ser partilhado é apenas o ficheiro CAD. Acaba por ser uma solução bastante mais prática de troca de informações, contendo tudo o que é necessário para que quem vai produzir o consiga fazer da mais fácil maneira possível. No fundo, acaba por ser bom para os negócios e permite uma poupança de tempo e recursos em comparação com a entrega de documentos de formato real, como desenhos técnicos realizados à mão. Mas nem sempre a entidade que produz o objeto possui a tecnologia necessária para a interpretação de ficheiros CAD, nesses casos são realizados desenhos que permitem ao artesão, na maior parte dos casos, poder concretizar o pedido. Esses desenhos tratam-se de representações do produto seguindo regras axonométricas, acabando por ser desenhos mais fáceis de interpretar.

Concluído, na WeAdd o desenho é visto como a base de todo o processo, desde a sua utilização numa fase inicial para definir o caminho a seguir, como numa fase posterior para conseguirem comunicar as suas ideias com o cliente que as vai produzir. É uma ferramenta que possibilita a transição da ideia para algo real, permitindo a partilha de ideias num panorama interno, ou a comunicação das mesmas com o cliente.

Desta forma o desenho é visto como um idioma, que apesar de não ser falado, consegue partilhar pensamentos, refere Sónia Josué. Apesar de que todos tenhamos essa capacidade, apenas através do desenho se consegue estabelecer um elo de ligação entre o pensamento de cada um. Embora o desenho analógico praticado no seio da equipa ser bastante simples, eles consideram-no demasiado importante para ser colocado de parte, e acrescentando que se trata de um ato de falsidade iniciar um projeto sentando-nos ao computador. A busca de ideias deve partir do ato de desenhar à mão, e não em abrir o computador na expectativa de que ele nos dê uma ferramenta que não tenhamos desenvolvido anteriormente.

No entanto, o desenho assistido por computador tem um papel fundamental na comunicação e partilha de dados com o cliente encarregado da produção.

A ideia que resume o design praticado pela WeAdd é de que não existe projeto sem desenho.

6.3. Estudo de Caso - Inngage

Fundada em 2013, a Inngage é uma empresa especializada em Design de Produto e que tem na sua génese um foco principal nas áreas de pesquisa e inovação aplicadas no desenvolvimento estratégico do produto. “Potenciamos a performance dos negócios e a interação das pessoas com os produtos, através de uma abordagem de design centrada no contexto e uma perspetiva holística sobre as oportunidades. Em conjunto com os nossos clientes desenvolvemos produtos que fazem sentido, inovadores, eficientes e que proporcionam melhores experiências ao consumidor, através de processos de design centrados no contexto, colaborativos e iterativos. O nosso compromisso é desenhar e desenvolver soluções que vão de encontro às necessidades das pessoas, aos requisitos da indústria e às oportunidades de mercado”, podemos ler na sua página de *internet*. A equipa é composta pelo fundador e designer André Gouveia e pelos designers Nuno Pires e Sílvia Silva (Inngage, [s.d.]).

Relativamente aos seus clientes, em entrevista ao fundador, o mesmo afirma que na maioria dos casos aqueles com quem costumam trabalhar são os que possuem marca e indústria anexada, isto é, a Inngage realiza todo o desenvolvimento a nível de design e a parte da produção é entregue e efetuada pela empresa cliente. No entanto, existe ainda uma pequena parcela de clientes que não têm essa capacidade produtiva, normalmente *startups*, e nesses casos, além do desenvolvimento de projeto, pode ser fornecido apoio em busca da indústria indicada para responder ao produto em causa.

Em termos de projeto, é seguida uma sequência de três fases: pesquisa, design e desenvolvimento. A primeira delas, a pesquisa, engloba várias tarefas que permitem à equipa, em conjunto com o cliente, decidir qual o caminho a seguir. Para isso o mercado é analisado com base em aspetos como a verificação de produtos concorrentes e a identificação de oportunidades e carências do público alvo. O processo centra-se tanto no

contexto como nas pessoas, e passa por recolher dados em ambiente real, ou seja, visitar a casa dos utilizadores e observar o modo como eles interagem com aquele determinado tipo de produto. Nesta etapa o cliente está sempre presente para se pronunciar acerca dos resultados adquiridos.

O desenho utilizado nesta fase é o que André Gouveia apelida de *thumbnail sketch*, ou seja, um tipo de desenho simples, apenas compostos por linha, e realizado com canetas da tipologia BIC em suporte *Post-it*. Esses esboços fazem parte do processo de apontamento de ideias, pelo que até podem surgir durante o ato da própria pesquisa de campo, por exemplo, enquanto se recolhem informações em conversa com os possíveis utilizadores. Convém referir que neste momento ainda não é feita nenhuma triagem de ideias.

Seguidamente à aprovação por parte do cliente inicia-se a fase de design, que se inicia pela realização de um estudo conceptual de acordo com as conclusões obtidas na pesquisa. Esta fase é marcada por uma evolução do produto a nível estético e na qual onde já se introduz o CAD. Os resultados são novamente expostos ao cliente para ele intervir sobre a decisão de qual das propostas é para ser trabalhada. Nesta segunda fase, a de design, existe um maior contributo do desenho na sua vertente explorativa e conceptual, e que se divide em duas etapas. Primeiramente, com o objetivo de gerar conceitos, a equipa reúne-se para produzir o maior número de soluções possível através de *brainstorming*, e voltam a usar o mesmo método de desenho que na fase anterior. Mas neste caso, os desenhos servem de meio para a seleção das melhores alternativas.

Numa segunda fase, depois dessa filtragem, o desenho é mais rigoroso e utilizam-se materiais como marcadores Copic e papel A4. A finalidade é gerar esboços mais realistas, com a aplicação de perspetivas e diferentes tons de cor para dar forma e volume à peça. Todos os tipos de desenho até aqui realizados são acompanhados com informação em forma de escrita para um mais completo e compreensivo registo da ideia.

Ainda nesta fase, em casos onde a forma do produto o justifique, realizam-se desenhos em formato vetorial recorrendo ao Adobe Illustrator para estudo de perfil. Este método facilita a experimentação de variantes de um modo mais rápido e fácil. E tal como foi mencionado, a utilização do CAD inicia-se aqui, pois permite uma perceção espacial do

produto mesmo que ainda sejam modelos imprecisos realizados no Rhino3D. Essas imagens digitais, caracterizadas pela qualidade superior, servem também para apresentar ao cliente para que ele possa exercer a sua escolha final. Os desenhos analógicos nunca surgem em apresentações desse tipo, esses são apenas úteis para comunicar internamente.

Por fim, surge a fase de desenvolvimento, que André Gouveia também denomina de fase de engenharia, e a qual a Innage realiza na totalidade a menos que existam complexidades que impliquem a subcontratação de uma entidade externa. Dificuldades essas estão relacionadas com a preparação de ficheiros para a construção de moldes, onde se exige uma perceção mais conhecedora de como a peça vai ser manufaturada. O maior senão de incluir meios externos no projeto é o facto de que isso poderá retirar controlo à equipa sobre o resultado final.

No desenvolvimento são também realizados os desenhos necessários para se ter um entendimento do produto o mais realista possível, onde todos os pormenores, como materiais, dimensões ou assemblagens, têm de estar definidos, juntamente com os ficheiros para a produção. No geral, apenas se utiliza é o desenho 3D com recurso ao CAD, mas ao contrário de anteriormente, os modelos exigem o máximo de rigor. Para isso é utilizado um *software* mais apropriado a esse tipo de trabalho, neste caso o Solid Edge. A única exceção ao uso do desenho computacional, é quando existe a necessidade de definir pormenores como encaixes ou mecanismos, e aí a empresa recorre ao desenho técnico analógico para visualizar determinado detalhe antes de o realizar tridimensionalmente. Embora a empresa domine o CAD, por vezes ocorrem problemas mais complicados, e quando isso acontece recorrem ao apoio por parte dos vendedores de determinado *software* que intervêm através da partilha de ecrã via rede *internet*.

À parte destas etapas, existe um momento conclusivo na qual a Innage não tem um envolvimento direto, mas assegura-se de que o resultado é o esperado. Assim sendo, é feito um acompanhamento da produção onde a equipa visita as instalações industriais e tem acesso aos primeiros exemplares que saem dessa fase.

Concluindo, a INNGAGE vê o desenho como essencial para o Design de Produto em qualquer das fases de projeto. Inicialmente ajuda a desbloquear as ideias, a transpor o pensamento criativo para um registo físico e passível de ser manipulado, e depois como

ferramenta comunicativa, internamente através dos desenhos analógicos e externamente com os desenhos tridimensionais. As diferentes formas de desenho compreendem papéis distintos em termos de desenvolvimento, mas tanto o desenho conceitual como o desenho 3D são imprescindíveis em todos os casos, e por isso a empresa nunca parte para o CAD sem pensar primeiro as ideias no papel. Acrescentando ainda que o uso precipitado dessas ferramentas computacionais não dá resultados de valor, pois trata-se de um ambiente constrangedor e não transmite as ideias fidedignamente. Quanto ao desenho manual rigoroso, normalmente realizado na fase de design, o fundador afirma que em raras ocasiões esse tipo de registro é deixado de parte quando o produto não exige elevados detalhes a esse nível. Isso acontece também em benefício de uma maior rapidez de projeto.

É revelado ainda um especial interesse em aprofundar o conhecimento sobre comandos de simulação no CAD, que permitem testar o comportamento do produto quando submetido à aplicação de forças. Além disso, é considerado que o futuro passa pela utilização de novas ferramentas de fazer design, algumas já disponíveis, como aplicações móveis que surgem associadas aos *software* 3D, e outras, como a RA e RV, que no seu entender necessitam de um maior entendimento, na medida em que as mesmas possam ser aplicadas eficazmente no desenvolvimento do projeto.

6.4. Análise dos resultados da aplicação do desenho no contexto de projeto das três empresas

Para entender a aplicação das novas tecnologias no desenho em Design de Produto, tendo em conta a globalidade dos casos apresentados anteriormente, torna-se necessário criar a ligação entre as metodologias apresentadas no capítulo cinco – Fases de desenho no projeto – de maneira a entender o contexto dessa aplicação.

Verificamos que em todos os casos existe a presença do primeiro formato de desenho referenciado pelos autores, o desenho de ideação/conceito, incluído no processo de pensamento criativo como ferramenta de memorização de ideias e partilha interna de informação. Nesta etapa nenhuma das empresas apontou o uso do desenho suportado por ferramentas digitais, preferindo a praticabilidade do analógico, tal como é sugerido pelas

referências analisadas. Trata-se assim de um caso onde o desenho com papel e caneta ainda se mantém como principal meio de alcançar o objetivo inicial de geração de ideias.

Pipes refere que a não utilização do esboço digital deve-se ao facto de que a esse formato está associada a geração de registos mais próximos da realidade do que o esperado para esta fase. Como estes esboços não carecem desse fator qualitativo, pelo seu nível de intrinsecidade às equipas de design, entendemos que o seu uso não é justificado neste caso. Posto isto, o registo prático e expressivo de ideias situa-se como foco principal da fase de ideação, e as capacidades do desenho digital ainda não foram desenvolvidas ao ponto de responderem às pretensões destes profissionais.

Na segunda fase proposta pelas referências – Desenhos de Apresentação – verificamos uma maior dificuldade em criar um padrão em termos da utilização do desenho pelas empresas em causa. Cada uma das empresas varia o método e as ferramentas na concretização desta etapa.

Vejamos, no caso da Embria esta fase é marcada pelo uso do esboço digital como principal modo de exploração visual do produto, justificada com a sua capacidade de geração de desenhos de qualidade superior e também pela potencialidade de manipulação e ensaio de alternativas visuais. Na WeAdd, esta fase não se aplica, muito por razão da natureza similar da generalidade dos projetos onde participa. No exemplo da Inngage, assume-se a concretização do desenho rigoroso como método de acrescentar valor estético ao produto até esta fase desenvolvido, mas ao contrário da Embria, não faz parte do seu método o uso de ferramentas digitais como auxílio, dando preferência ao desenho analógico. No entanto, tanto a Embria como a Inngage não fazem deste um procedimento padrão, e em projetos de menor minuciosidade assemelham-se à WeAdd e avançam sobre esta fase de desenho.

Em análise, na leitura de Pipes (2007), o autor refere que o uso de marcadores em suporte papel era o mais frequentemente utilizado, no entanto estava ciente de que o uso do esboço digital estava em ascensão. Em contrapartida, são colocadas questões sobre a dificuldade na adaptação às particularidades do ambiente digital, muito devido ao *hardware* disponível nessa altura. Isso pode justificar o facto da Embria e a Inngage operarem diferentes técnicas.

Além do desenho bidimensional, Pipes indica a possibilidade de introdução do CAD durante esta etapa projetual, deixando o alerta para que a ideia de que o produto se encontra finalizado não seja pressuposta por outros intervenientes exteriores à equipa de design. Na prática, isso verificamos no caso da Inngage, que se serve deste método para partilhar com o cliente imagens de modelos tridimensionais do produto, mas ressaltando igualmente a imperfeição dos próprios.

Ao analisar a globalidade dos casos compreendemos que, relativamente a esta fase, dois deles partilham o mesmo objetivo na produção dos desenhos, excluindo o caso WeAdd devido a razões já referidas. Existem sim, divergências na seleção das ferramentas, verificando-se que o uso de novas tecnologias de informação como apoio ao desenho bidimensional não se encontra atualmente generalizado.

Na seguinte etapa – desenhos de cotação ou montagem – aferimos de novo a existência de um modelo metodológico ao longo das entidades investigadas. Os trabalhos são registados através do CAD, ferramenta que se tornou essencial nesta fase e já enraizada no projeto de design, e que permite a mais fácil concretização dos desenhos de cariz técnica.

Os testemunhos recolhidos mencionam esta fase como aquela onde depositam mais tempo, pois entenda-se aqui a necessidade de produzir desenhos mais pormenorizados técnica e esteticamente. Em torno desta questão estão associados outros fatores que justificam a maior preocupação pelo resultado desta etapa, especificamente, a WeAdd refere a exigência de total compreensão do produto, tanto como resultado de todo o processo de Design, quer como método de comunicação com o cliente.

Relativamente ao último ponto referido, comum a todos os casos práticos, verificamos que a generalidade das imagens incluídas em apresentações são imagens geradas a partir dos modelos 3D. A compreensão do cliente é amplificada pela qualidade de simulação que essas imagens apresentam, algo que poderia não acontecer na presença de desenhos 2D, e assim a comunicação do resultado final ou de como o produto se pode apresentar em determinado ambiente acaba por ser muito mais percetiva.

Quanto à Embria, este formato é visto como meio de produção, pois nesses ficheiros estão contidas todas as informações que possibilitam a materialização das peças. Acrescenta-

se o facto de que é através dos modelos CAD que a generalidade das indústrias com quem estas empresas trabalham definem os parâmetros de maquinação, ponto sublinhado pela mesma ao referir a imposição da entrega dos documentos nesse formato como padrão atual. Embora em alguns casos ainda se incluam desenhos técnicos na documentação, retirados dos modelos 3D, esses já não são totalmente necessários, pelo que o procedimento comum observado é o da entrega dos ficheiros que contêm esses modelos.

No desenvolvimento do projeto, a Embria valoriza em particular a ferramenta CAD ao afirmar que as etapas de desenho anteriores, ou seja, o esboço analógico e o esboço digital, são meios intermediários de preparação da ideia para a concretização do desenho tridimensional.

Na aproximação às referencias de leitura, os resultados desta fase são validados pela comparação aos que esses autores referem. Vejamos, Pipes confirma a vertente de produção na concretização dos registos 3D, assumindo-os como veiculo de comunicação entre as empresas de design e as equipas técnicas de produção. Na sua leitura, datada de 2007, o autor reflete ainda sobre o possível perecer dos desenhos técnicos em favorecimento da utilização dos ficheiros de CAD, afirmação que se confirma perante os resultados investigados.

Relativamente à ultima fase sugerida, verificamos que, tal como Pipes afirmava, as ilustrações técnicas muito raramente são processadas pela equipa de design. O mesmo se sucede nos casos de projeto compreendidos no estudo de casos, onde em nenhum dos casos houve qualquer tipo de referência a essa tipologia de desenho.

7. Conclusões

O presente trabalho procurou, através do sentido dos seus conteúdos, compreender a aplicação das novas tecnologias no projeto de Design de Produto, quer através da análise de ferramentas que constituem parte integrante desse processo, como também por via da análise de metodologias referidas como predominantes e comparando-as àquelas atribuídas no processo projetual de três casos profissionais.

Para alcançar os objetivos propostos foi definida uma sequência de temas que constituíram um complexo de considerações acerca da influência das novas tecnologias no processo de conceção de produtos.

Iniciámos com a identificação das ferramentas digitais que têm vindo a assistir o desenho em projeto ao longo das últimas décadas, acompanhando o seu desenvolvimento e crescente nível de interatividade, ao mesmo tempo que nos aproximámos às mais recentes inovações nesta matéria. Esse reconhecimento revelou que o percurso evolutivo tem vindo a tornar o designer cada vez mais responsável pelo resultado/produto final, pelo facto de que tem ao seu dispor meios que lhe permitem assumir todas as etapas de desenho no projeto. Ao mesmo tempo verificámos a progressiva agregação de características associadas a diferentes ferramentas em um único ambiente, e que resulta da adaptação de novas capacidades digitais ao ato de desenhar.

Ao abordarmos as ferramentas digitais de apoio ao desenho – CAD, desenho/esquisso digital e as ambas as realidades virtuais – estamos não só a introduzir noções relativas a cada um desses métodos, na medida em que percebemos o seu desenvolvimento na dualidade *hardware/software*, como também a entender a tamanha evolução computacional ao qual assistimos.

Compreendidos os diferentes sistemas, passámos a questões de cariz mais processual. Primeiramente, por intermédio da aproximação a técnicas utilizadas na representação por via do desenho, e depois, pela análise das suas diferentes fases de aplicação no projeto de Design de Produto.

No primeiro momento, de desenho aplicado ao projeto, foi apresentada uma série de diferentes abordagens técnicas que ao longo do tempo foram adaptadas às várias etapas do desenvolvimento de produto. Através disso percebemos a existência de certos

parâmetros de associação entre o desenho analógico e as várias vertentes de desenho assistido pelas novas tecnologias. Depreendemos assim o contributo que o desenho tradicional teve na elaboração das ferramentas digitais através da cedência de ideias relativas a procedimentos, e que é visível no modo como funciona grande parte dos comandos existentes nessas aplicações.

No segundo, em que abordámos as fases de desenho no projeto, recorremos a autores referência como fundamento para o modelo comparativo de análise, o qual permitiu esclarecer acerca da aplicação das novas tecnologias na concretização de desenhos por parte dos casos estudados.

O aprofundamento das questões anteriores, tanto relativamente às ferramentas utilizadas como à metodologia da sua aplicação, permitiu identificar uma série de questões de interesse para a realização do estudo de casos. Os resultados revelam que os meios digitais são idênticos em todos os casos, assim como o seu método de utilização, com principal particularidade nas fases de maior rigor.

Compreendemos igualmente que a digitalização do desenho se tornou um fator padrão para a concretização dos projetos, e que o desenho analógico perde a praticabilidade após a fase de ideação. No entanto, reparámos que nenhum dos casos assumiu a aplicação das novas realidades digitais, isto por considerarem que, atualmente, as vantagens do seu uso ainda não estão completamente estudadas.

Em razão de conclusão, compreendemos que a ampliação dos comportamentos práticos, como forma de reunir um maior complexo de informações relativas ao panorama nacional, seria de facto importante para uma mais completa gama de resultados. Fica registada a intenção de, no futuro, alargar a recolha de informações acerca do impacto das novas tecnologias através da inclusão de outros casos de projeto.

Além do conteúdo informativo aprendido pelo próprio autor, acreditamos que a presente dissertação seja capaz de transpor esse conhecimento para outros interessados nesta matéria, sejam eles estudantes, profissionais ou simplesmente entusiastas. Esperemos que, ao existir a vontade por parte de outros na busca de respostas semelhantes, os conteúdos do presente trabalho sirvam de suporte para a análise deste tema tão amplo, de modo a contribuir para o um maior entendimento das práticas do desenho aplicado ao Design de Produto.

8. Glossário

O presente glossário tem o objetivo de elucidar o leitor acerca do significado de termos utilizados durante este trabalho não pertencentes ao léxico português.

<i>Hardware</i>	Parte física/mecânica de um objeto tecnológico
<i>Input</i>	Entrada de informação
<i>Layer</i>	Camada
<i>Output</i>	Saída de Informação
<i>Sketch</i>	Desenho rápido e objetivo
<i>Sketching</i>	Termo utilizado para definir o tipo específico de desenho utilizado em Design de Produto
<i>Smartphone</i>	Telemóvel inteligente; possui um sistema operativo e capacidades semelhantes a um computador
<i>Software</i>	Parte não física de um objeto tecnológico
<i>Tablet</i>	Dispositivo digital móvel de tamanho superior ao de um <i>smartphone</i> e com semelhantes funções

Wireframe

Base em rede sobre a qual é construído algo

Wireless

Aquilo que funciona sem fios

9. Lista de acrónimos

3D	Tridimensional
-----------	----------------

CAD	Computer Aided Design
------------	-----------------------

Web	Sistema de interligação de documentos e recursos através da Internet
------------	--

10. Bibliografia

Geral

- ALVARADO, Christine - **Sketch Recognition User Interfaces: Guidelines for Design and Development**. Power. 2004. 8–14.
- BELLINI, Heather et al. - **Virtual & Augmented Reality: Understanding the race for the next computing platform**. Profiles in Innovation. . ISSN 1098-6596. 2016) 1–30. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- EISSEN, Koos; STEUR, Roselien - **Sketching: Drawing techniques for product designers**. Singapore : PageOne, 2011. ISBN 978-981-245-621-2.
- EISSEN, Koos; STEUR, Roselien - **Sketching: The Basics**. Amsterdam : BIS Publishers, 2011. ISBN 978-90-6369-253-7.
- HENRY, Kevin - **Drawing for product designers**. London. Laurence King, 2012 ISBN:978-1-85669-7439
- JACUCCI et al. - **Globalization of Manufacturing in the Digital Communications Era of the 21st Century: Innovation, Agility, and the Virtual Enterprise**. 1998. ISBN 978-0-387-35351-7
- JOHNSON, Gabe et al. - **Computational Support for Sketching in Design: A Review. Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction**. . ISSN 1551-3955. 2:1 (2007) 1–93. doi: 10.1561/1100000013.
- PIPES, Alan - **Drawing for Designers**. London : Laurence King Publishing, 2007. ISBN 978-1-85669-533-6.

Dissertações

- DIAS, Pedro João Jacinto Da Silva - Design e Auto-produção. Novos paradigmas para o design de artefactos na sociedade pós-industrial: A contribuição das tecnologias digitais [Em linha]. [S.l.] : Universidade de Lisboa, 2014 Disponível em WWW:<URL:repositorio.ul.pt/bitstream/10451/17815/1/ulsd070225_td_Pedro_Dias.pdf>.
- CARAPINHA, Vanessa Da Silva Borges - A COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE PROJECTO DE ESPAÇOS INTERIORES Vanessa [Em linha]. [S.l.] :

Universidade de Lisboa, 2013 Disponível em
WWW:<URL:http://repositorio.ul.pt/handle/10451/9454>.

RODRIGUES, Isabel Maria Dâmaso - Estratégias de desenho no projeto de design: um estudo sobre o uso do desenho como recurso instrumental e criativo ao serviço do pensamento visual do designer de equipamento [Em linha]. [S.l.] : Universidade de Lisboa, 2007 Disponível em
WWW:<URL:http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/663/1/17011_Tese_Isabel_Damaso.pdf>.

SUTHERLAND, Ivan Edward - SKETCHPAD, A MAN-MACHINE GRAPHICAL COMMUNICATION SYSTEM [Em linha]. [S.l.] : Massachusetts Institute of Technology, 1963 Disponível em
WWW:<URL:https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/14979>.

Documentos eletrónicos

32-Bit vs. 64-Bit Operating Systems | The Differences Explained | Digital Trends - [Em linha] [Consult. 5 nov. 2017]. Disponível em
WWW:<URL:https://www.digitaltrends.com/computing/32-bit-vs-64-bit-operating-systems/>.

About Splines | AutoCAD | Autodesk Knowledge Network - [Em linha] [Consult. 11 out. 2017]. Disponível em
WWW:<URL:https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/AutoCAD-Core/files/GUID-58316136-SEARCHSTORAGE>

ADAMS, Eric - **FORD'S USING AUGMENTED REALITY TO DESIGN BETTER CARS | WIRED** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 15 jan. 2018]. Disponível em
WWW:<URL:https://www.wired.com/story/ford-design-microsoft-hololens/>.

ANOTO - **Anoto - Digital Writing Solutions** [Em linha] [Consult. 12 jan. 2018]. Disponível em
WWW:<URL:http://www.anoto.com/archive/products/anoto-live-digital-pen/>.

AOUF, Rima Sabina - **Google launches Tilt Brush app for virtual reality painting**

[Em linha], atual. 2016. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.dezeen.com/2016/05/09/google-tilt-brush-app-htc-vive-virtual-reality-painting-sketching-walk-through/?li_source=LI&li_medium=rhs_block_2>.

AOUF, Rima Sabina - **Seymourpowell demos VR software for collaboratively designing cars** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em

WWW:<URL:<https://www.dezeen.com/2017/05/08/seymourpowell-demonstration-virtual-reality-software-collaborative-design-cars-technology/>>.

AUTODESK - **Cloud Powered 3D CAD/CAM Software for Product Design | Fusion**

360 [Em linha] [Consult. 16 fev. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview>>.

B-spline curves and surfaces - [Em linha] [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em

WWW:<URL:<http://web.mit.edu/hyperbook/Patrikalakis-Maekawa-Cho/node15.html>>.

BALL, Alex - **Preserving Computer-Aided Design (CAD)**. April (2013). ISSN: 2048-

7916 Disponível em WWW:<URL:<https://www.dpconline.org/docs/technology-watch-reports/896-dpctw13-02-pdf/file>>.

Boolean Operations on Parts - [Em linha] [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em

WWW:<URL:http://www.ironcad.com/support/OnlineHelp/3D_Design_Environment/Part_Design_Process/Boolean_Operations_on_Parts.htm>.

BILALIS, Nicos - **Computer Aided Design CAD. INNOREGIO: dissemination of innovation and knowledge management techniques** [Em linha]. Crete

: [s.n.] Disponível em WWW:<URL:http://www.adi.pt/docs/innoregio_cad-en.pdf>.

BLOKŠA, Jakub - **Design Guidelines for User Interface for Augmented Reality** [Em

linha] Disponível em WWW:<URL:https://is.muni.cz/th/410072/fi_m/>.

blueprint | Definition of blueprint in English by Oxford Dictionaries - [Em linha]
[Consult. 22 ago. 2017]. Disponível em
WWW:<URL:https://en.oxforddictionaries.com/definition/blueprint>.

BOLETSIS, Costas - Costas Boletsis Post-doc Research Fellow. Em [Em linha]. Oslo :
[s.n.] Disponível em
WWW:<URL:https://www.nhh.no/contentassets/07f48a78541740ab984b31
44ab09169a/boletsis_csi_seminar_novideos.pdf>.

BUSINESSDICTIONARY - What is personal computer (PC)? definition and meaning - BusinessDictionary.com [Em linha] [Consult. 16 fev. 2018].
Disponível em
WWW:<URL:http://www.businessdictionary.com/definition/personal-
computer-PC.html>.**pixel | Definition of pixel in English by Oxford Dictionaries** - [Em linha] [Consult. 2 nov. 2017]. Disponível em
WWW:<URL:https://en.oxforddictionaries.com/definition/pixel>.

Constructive Solid Geometry - [Em linha] [Consult. 26 ago. 2017]. Disponível em
WWW:<URL:https://pages.mtu.edu/~shene/COURSES/cs3621/NOTES/model/csg.html>.

DAWOOD, Sarah - **New VR sketching tool looks to make product design «quicker and more efficient» - Design Week** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em
WWW:<URL:https://www.designweek.co.uk/issues/31-july-6-august-2017/new-vr-sketching-tool-looks-make-product-design-quicker-efficient/>.

DORONICHEV, Andrey - **Tilt Brush: painting from a new perspective** [Em linha], atual. abr. 2016. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em
WWW:<URL:https://blog.google/products/google-vr/tilt-brush/>.

EMBRIA - **Perspectives | Embria** [Em linha] [Consult. 20 nov. 2018]. Disponível em
WWW:<URL:http://embria.pt/about_us/>.

GRAVITYSKETCH - **Gravity Sketch VR on Steam** [Em linha] [Consult. 14 jan. 2018].

Disponível em
WWW:<URL:http://store.steampowered.com/app/551370/Gravity_Sketch_VR/>.

GRIFFITHS, Laura - **The Changing Face of CAD - TCT Magazine** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em
WWW:<URL:<https://www.tctmagazine.com/tctblogs/laura-griffiths-blog/the-changing-face-of-cad/>>.

INNGAGE - **INNGAGE | Designing products that make sense | Home PT** [Em linha] [Consult. 16 dez. 2017]. Disponível em
WWW:<URL:<http://www.inngage.pt/home-pt.html>>.

JONES, Brad - **A Major Manufacturer Has Begun Designing Its Cars Using Augmented Reality** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://futurism.com/a-major-manufacturer-has-begun-designing-its-cars-using-augmented-reality/>>.

MARR, Gregory - **Parametric and Feature-Based Modeling** [Em linha], atual. 1996. [Consult. 16 dez. 2017]. Disponível em
WWW:<URL:<http://alum.wpi.edu/~gregm/thesis/node11.html>>.

MICROSOFT - **Microsoft Surface Studio | Turn your desk into a Studio.** [Em linha] [Consult. 12 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<http://surface.com>>.

MICROSOFT RESEARCH - **PapierCraft: A Command System for Interactive Paper.** [s.d.]. Disponível em WWW:<URL:https://www.youtube.com/watch?v=W5xuGmKq__g>

MIT - **Project SAGE, MIT Lincoln Laboratory, 1950–1963 | The MIT 150 Exhibition** [Em linha] [Consult. 10 ago. 2017]. Disponível em
WWW:<URL:<http://museum.mit.edu/150/144>>.

Gaspard Monge, count de Péluse | French mathematician and public official | Britannica.com - [Em linha] [Consult. 10 ago. 2017]. Disponível em
WWW:<URL:<https://www.britannica.com/biography/Gaspard-Monge-comte-de-Peluse>>.

MORBY, Alice - Gravity Sketch allows designers to create and alter 3D models in mid air. [Em linha]2016). [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.dezeen.com/2016/09/30/gravity-sketch-vr-allows-designers-to-create-and-alter-3d-models-in-mid-air/?li_source=LI&li_medium=rhs_block_3>.

MORBY, Alice - Gravity Sketch VR software for creative professionals launches beta testing platform. [Em linha]2017). [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.dezeen.com/2017/01/13/gravity-sketch-virtual-reality-vr-software-creative-professionals-launches-beta-testing-platform-design-technology/>>.

NEE, A. Y. C.; ONG, S. K. - **Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing. Em IFAC Proceedings Volumes** [Em linha]. [S.l.] : IFAC, 2013 Disponível em WWW:<URL:<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474667016342562>>. ISBN 9783902823359

pixel | Definition of pixel in English by Oxford Dictionaries - [Em linha] [Consult. 26 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://en.oxforddictionaries.com/definition/pixel>>.

Raster | Definition of Raster by Merriam-Webster - [Em linha] [Consult. 14 nov. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.merriam-webster.com/dictionary/raster>>.

René Descartes | HISTORY - [Em linha] [Consult. 22 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://seuhistory.com/biografias/rene-descartes>>.

Rhinoceros - **NURBS** - [Em linha] [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.rhino3d.com/nurbs>>.

RIESENFELD, Richard - **Applications Of B-Spline Approximation To Geometric Problems Of Computer-Aided Design** [Em linha]. [S.l.] : e Graduate School of Syracuse University, 1973 Disponível em

WWW:<URL:<https://osu.pb.unizin.org/graphicshistory/wp-content/uploads/sites/45/2017/09/rfr.thesis.pdf>>.

ROCKWOOD, Alyn P. *et al.* - **Introduction to Curves and Surfaces** [Em linha] Disponível em

WWW:<URL:http://www.dcs.ed.ac.uk/teaching/cs4/www/graphics/Web/intro_to_curves.pdf>. ISBN 1558604057.

SEYMOURPOWELL - Reality works by Sewmourpowell. [video] [s.d.]) Disponível em WWW:<URL: <https://www.youtube.com/watch?v=j5bAig-8uFs&t=3s>>.

SEYMOURPOWELL - **seymourpowell** [Em linha] [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.seymourpowell.com/work.html>>.

SHAPELAB - **ShapeLab** [Em linha] [Consult. 15 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://info.leopoly.com/shapelab>>.

SHETH, Sarang - **The new design skill: VR | Yanko Design** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.yankodesign.com/2017/05/04/the-new-design-skill-vr/>>.

SIGNER, Beat - **PaperPoint | Beat Signer** [Em linha] [Consult. 12 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<http://beatsigner.com/paperPoint.html>>.

Solid Modeling Association - [Em linha] [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://solidmodeling.org/awards/bezier-award/paul-de-faget-de-casteljau/>>.

Steven Anson Coons - [Em linha] [Consult. 20 nov. 2017]. Disponível em WWW:<URL:[https://www.revolvy.com/main/index.php?s=Steven Anson Coons&item_type=topic](https://www.revolvy.com/main/index.php?s=Steven+Anson+Coons&item_type=topic)>.

SPEARS, Tim - **ford's virtual reality lab revolutionizes vehicle design process** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.designboom.com/technology/ford-virtual-reality-lab-vehicle-design-01-15-2017/>>.

SPELLERS, Frank - **What's next in mobile user experience? Augmented Reality | Experience Dynamics** [Em linha], atual. 2009. [Consult. 14 jan. 2018].

Disponível em
WWW:<URL:<https://www.experiencedynamics.com/blog/2009/09/whats-next-mobile-user-experience-augmented-reality>>.

TUCKER, Emma - **Gravity Sketch launches its virtual reality 3D-drawing tool to the public** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.dezeen.com/2017/08/02/gravity-sketch-launches-updated-version-3d-drawing-tool-public-design-news-technology-software-virtual-reality/>>.

VALCKE, Thomas - **Basic Sketching Techniques for the Industrial Designer** [Em linha] Disponível em WWW:<URL:[http://www.student-resource-jaime-treadwell.com/basic_sketching-for the industrial designer.pdf](http://www.student-resource-jaime-treadwell.com/basic_sketching-for%20the%20industrial%20designer.pdf)>.

Vector Graphics Terminals - [Em linha] [Consult. 22 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.cca.org/vector/>>.

VERSPRILLE, Ken - **CIMdata** - [Em linha] [Consult. 25 ago. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.cimdata.com/zh/speaker-bios/versprille>>.

VIRTUAL REALITY SOCIETY - **History of Virtual Reality**. (2017) Disponível em WWW:<URL:<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>

VOLKSWAGEN - **Virtual Technologies** [Em linha] [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em
WWW:<URL:<https://www.volkswagenag.com/en/group/research/virtual-technologies.html#>>.

WACOM - **Introducing Bamboo Folio and Bamboo Slate| Wacom - Making Ideas** [Em linha], atual. set. 2016. [Consult. 12 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<http://bamboo.wacom.com/introducing-bamboo-folio-and-bamboo-slate/>>.

WACOM - **Wacom Intuos Pro** [Em linha], atual. 2017. Disponível em WWW:<URL:<http://www.wacom.com/en-gb/products/pen-tablets/wacom-intuos-pro>>.

WACOM - **Wacom Pen Displays** [Em linha], atual. 2017. Disponível em

WWW:<URL:<http://www.wacom.com/en-gb/products/pen-displays>>.

WEISBERG, David E. - **The Engineering Design Revolution. The Engineering Design Revolution. The People, Companies and Computer Systems That Changed Forever the Practice of Engineering** [Em linha] Disponível em WWW:<URL:[http://www.cadhistory.net/02 Brief Overview.pdf](http://www.cadhistory.net/02%20Brief%20Overview.pdf)>. p. 1–22.

WINSTON, Anna - **Gravity tablet combines virtual and augmented reality for 3D sketching** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 14 jan. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.dezeen.com/2014/04/04/gravity-3d-drawing-tablet-virtual-reality-augmented-reality/>>.

What is layer? - Definition from WhatIs.com - [Em linha] [Consult. 22 out. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/layer>>.

What is RAM (random access memory)? - Definition from WhatIs.com [Em linha] [Consult. 11 nov. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://searchstorage.techtarget.com/definition/RAM-random-access-memory>>.